



BANK OF CANADA
BANQUE DU CANADA

Bank of Canada Review

Summer 2009



MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

Jack Selody

Chair

Agathe Côté

Tim Lane

Allan Crawford

David Longworth

Pierre Duguay

Frank Milne

Paul Fenton

John Murray

Gerry Gaetz

Sheila Niven

Donna Howard

George Pickering

Brigid Janssen

Lawrence Schembri

Paul Jenkins

Mark Zelmer

Maura Brown

Editor

The *Bank of Canada Review* is published four times a year under the direction of an Editorial Board, which is responsible for the editorial content. The contents of the *Review* may be reproduced or quoted provided that the *Bank of Canada Review*, with its date, is specifically quoted as the source.

Back issues of the *Review* and other publications are available on the Bank's website at <http://www.bankofcanada.ca>.

Subscriptions for print are available, as follows:

Delivery in Canada:	Can\$25
Delivery to the United States:	Can\$25
Delivery to all other countries, regular mail:	Can\$50

Canadian government and public libraries and libraries of Canadian and foreign educational institutions may subscribe at one-half the regular price. Single copies are \$7.50.

Remittances in Canadian dollars should be made payable to the Bank of Canada. Canadian orders must include 5 per cent GST, as well as PST, where applicable.

Copies of Bank of Canada documents may be obtained from:

Publications Distribution
Communications Department
Bank of Canada
Ottawa, ON
Canada K1A 0G9
Telephone: 613 782-8248
Toll free in North America: 1 877 782-8248
Email address: publications@bankofcanada.ca

Inquiries related to interest rates or exchange rates should be directed to 613 782-7506.

ISSN 0045-1460 (Print)

ISSN 1483-8303 (Online)

Printed in Canada on recycled paper

© Bank of Canada 2009

Contents

Articles

- 3 Collateral Management in the LVTS by Canadian Financial Institutions**
 - 15 The Complexities of Financial Risk Management and Systemic Risks**
 - 31 The Changing Pace of Labour Reallocation in Canada: Causes and
 Consequences**
 - 43 BoC-GEM: Modelling the World Economy**
-

- 55 Bank of Canada Publications**
-

Coin Designs of Emanuel Hahn

David Bergeron, Curator, Currency Museum

Emanuel Hahn is celebrated as one of Canada's greatest sculptors. Born in Germany in 1881, Hahn emigrated to Canada with his family in 1888 and created many important monuments, medals, and awards before his death in 1957. Hahn also designed some of Canada's most distinctive and historic coins: the 1935 "Voyageur" silver dollar; the 25-cent piece with the caribou design, as well as the 10-cent piece featuring the Bluenose (in 1937); and the 1939 silver dollar commemorating the Royal Visit of King George VI and Queen Elizabeth to Canada. With these four coins, Hahn left an impressive mark on Canadian currency.

The story of the Voyageur coin began in 1934, when the Department of Finance invited Emanuel Hahn to submit a design for a Silver Jubilee dollar to commemorate the 25th anniversary of King George V's reign. Hahn produced several sketches and corresponded with both the Royal Mint in London and the Royal Canadian Mint to gain insight into the process and specifications for minting a coin. Based on recommendations from both mints, Hahn submitted a drawing depicting a voyageur and a native paddling a canoe (pictured on the cover). To ensure accuracy, he studied the design of native canoes and referred to oil paintings by Frances Anne Hopkins. Approved with just a few minor changes, Hahn's familiar design was used intermittently on the Canadian dollar until the introduction of the loon dollar in 1987.

Following the success of the Voyageur dollar, Hahn was among several artists invited to submit designs for a proposed new Canadian coinage to be released in 1937 to mark the accession of the new monarch, King George VI. Hahn put forward no fewer than 16 design sketches, including the two pencil sketches shown on the cover. One drawing, for the 5-cent coin, shows a full view of a caribou with the Big Dipper constellation in the background. The other, for the 25-cent coin, depicts the head of a caribou with the same constellation. That drawing, along with Hahn's sketch of the Bluenose sailing ship, was selected for the new coinage. By the summer of 1937, new coins, from the 1-cent piece to the 50-cent coin, were put into circulation. All of these designs, including Hahn's work on the 10-cent piece (the Bluenose) and the 25-cent piece (the caribou head) are still found on Canada's circulating coinage today. So all Canadians can be proud to have a "Hahn original"!

Emanuel Hahn's numismatic legacy, including drawings, plaster models, and correspondence, is preserved in the National Currency Collection of the Bank of Canada.

Photography by Gord Carter

Collateral Management in the LVTS by Canadian Financial Institutions

Chris D'Souza, Financial Markets Department

- The demand for collateral in wholesale financial markets has increased along with financial activity worldwide.
- Collateral is used to mitigate credit risk between the counterparties involved in a financial transaction by providing insurance that the lender will be repaid.
- Secondary-market liquidity has an important effect on the choices of collateral. Relatively less liquid securities that have fewer alternative uses are more likely to be pledged, while assets in which an institution plays a larger market-making role are also typically pledged.

To mitigate credit risk, collateral is required of financial institutions (FIs) operating in securities trading and derivatives markets, as well as in central bank operations and large-value payment and settlement systems. Assets eligible as collateral are usually liquid, with negligible levels of credit risk, such as government or government-guaranteed securities. As the demand for collateral has increased, the list of securities deemed eligible as collateral has grown to include private sector securities that meet certain credit-rating requirements. Still, there is a concern that new demands will outstrip the growth in the supply of these preferred assets and that the costs to acquire and hold these assets will increase over time (Committee on the Global Financial System 2001).¹

This article examines the incentives for banks to hold various assets on their balance sheets for use as collateral when the opportunity costs of doing so are high. It focuses on the five-year period between mid-2002 and mid-2007 that preceded the worldwide financial crisis in order to determine a baseline for collateral-management practices, and in particular, the factors affecting the choice of security during relatively normal times. Specifically, the article examines the choices made by FIs among the assets that serve as collateral in Canada's Large Value Transfer System (LVTS). By the end of March 2007, FIs had pledged collateral with a market value of \$32 billion. Given the large value of the assets tied up as collateral, it is important that FIs establish robust controls, determine sources of additional collateral, and ensure that the assets are managed effectively with respect to both liquidity and their balance sheets. The adequacy of liquidity management by FIs is also of concern to policy-makers,² as illustrated by the fact

¹ New demand has come about mostly via increased growth in derivatives markets and in payment and settlement system activity.

² The risks of a bank becoming insolvent as a result of problems associated with funding illiquidity are explored in Goodhart (2008). See also Armstrong and Caldwell (2008) and Banque de France (2008).

that the financial crisis that began in 2007 has prompted central banks around the world to expand the lists of assets they would accept as collateral to support the efficient functioning of financial markets.³

In addition to improving our understanding of collateral and liquidity-risk management practices within and across FIs, this article seeks to contribute to the market-microstructure literature in fixed-income markets. It examines how secondary-market liquidity and the market-making capacity of FIs affect the types of assets pledged as collateral in the LVTS. Many FIs that employ collateral in their wholesale operations are also dealers in fixed-income markets and have a comparative advantage in managing inventories of these assets. These dealers provide liquidity to their customers and other dealers by buying and selling securities at their posted quotes.⁴ When collateral is required in a timely manner, market-making institutions can look to their inventories of eligible assets for use as collateral. While there is a significant literature on the market microstructure of securities that are typically used as collateral, few studies have empirically examined the actual cost, or pricing, of financial collateral.

Many FIs that employ collateral in their wholesale operations are also dealers in fixed-income markets and have a comparative advantage in managing inventories of these assets.

The article begins with a brief discussion of recent trends in collateral management and the requirements for collateral in Canada's LVTS. This is followed by a short discussion of the data employed in the study, the factors that affect the cost of collateral, and the methodology used to determine how FIs decide which assets to pledge as collateral, and for how long. The results section provides evidence that the relative scarcity of collateral is important in the decision-making process. The article concludes with a summary of the findings.

Collateral Management and the LVTS

Collateral is used to mitigate credit risk between the counterparties in a financial transaction. In particular, the credit risk of the borrower is offset by the insurance provided by the value of the asset pledged as collateral. Collateralization is a widespread technique which ensures that disparities between market participants, at least in terms of credit risk, effectively cease to exist.⁵ From the borrower's perspective, the risk-reducing effect implies more favourable financing conditions and broader or deeper access to markets.

FIs hold liquid assets both to meet their expected business needs for collateral and to mitigate the risk that they may not be able to meet unexpected cash flows without affecting their daily operations. These securities may be easily redeployed across business lines when the need arises. Recent volatility in the wholesale funding markets has highlighted the importance of sound liquidity risk-management practices, since FIs can experience liquidity problems even during good economic times.⁶

While liquid assets are an important resource for banks operating in wholesale financial markets, they have a relatively high opportunity cost, diverting funds from lending operations that generate higher returns. Depending on the nature of the incentives, collateral managers may therefore hold pools of excess collateral against the possibility that collateral will become expensive when it is needed. Overall, to manage liquidity risk efficiently, firms must minimize funding costs, diversify funding, and monitor the operational risks associated with moving funds and collateral.

The LVTS is a real-time, electronic wire transfer system that processes large-value, time-critical payments quickly and continuously throughout the day. Participants in the LVTS use claims on the Bank of Canada to settle net payment obligations. To secure the payments that are sent through the LVTS, collateral is required.⁷ While a large buffer of collateral can be held for precautionary reasons, this strategy increases the opportunity cost to FIs that would rather

3 For example, on 12 December 2007, the Bank of Canada expanded the list of eligible securities that could be pledged as collateral in its Standing Liquidity Facility (SLF) to include certain types of asset-backed commercial paper and U.S. Treasuries. Then, on 17 October 2008, the Bank announced the temporary acceptance of non-mortgage loan portfolios. The SLF provides collateralized overnight loans to FIs without sufficient settlement balances at the Bank to permit the settlement of multilateral net positions in the LVTS.

4 Trade in fixed-income markets is organized in a multiple-dealer, over-the-counter market. See Fleming and Remolona (1999) and D'Souza and Gaa (2004).

5 In extreme situations, however, when bankruptcy is perceived to be imminent, there have been examples of institutions not being able to borrow on even a collateralized basis.

6 Decker (2000), Diamond and Rajan (2001), and Strahan, Gatev, and Schuermann (2004) discuss liquidity-risk management, and how banks have evolved new techniques to mitigate credit risk. Brunnermeier and Pedersen (2009) recognize that the balance-sheet liquidity of traders is limited because of such constraints as collateral and margin requirements imposed by counterparties.

7 See Arjani and McVanel (2006) for a complete description of the LVTS.

hold higher-yielding assets.⁸ FIs must choose a set of assets that balances the forgone higher returns with the collateral services provided by the assets. The optimal asset portfolio that minimizes the opportunity cost of collateral will depend not only on overall business needs, but also on financial market factors.

The optimal asset portfolio that minimizes the opportunity cost of collateral will depend not only on overall business needs, but also on financial market factors.

The Bank of Canada has established a list of securities for the pledging of collateral within the LVTS (see below for the detailed list of collateral groupings used in this study). In general, collateral must be liquid, of acceptable credit quality, and have a transparent market for valuation.⁹ The Bank originally accepted only Government of Canada (GoC) securities as collateral, but since it expanded the list in November 2001 to include a larger variety of securities (e.g., municipal securities and commercial paper), pools of collateral pledged by individual FIs to the LVTS have diversified significantly. Thus, while GoC-issued securities constituted about 55 per cent of the discounted value of securities pledged in 2002, they made up less than 30 per cent in early 2007 (Table 1). The value of private sector securities plus provincial and municipal securities jumped from about 12 per cent to more than 40 per cent over the same period.

These statistics suggest that FIs are clearly finding alternative securities to pledge as collateral in the LVTS and are selling or reallocating expensive and scarce government-issued securities. Other factors specific to financial markets and institutions (e.g., market interest rates, capital-asset ratios, and payment flows) also drive the choice of newly pledged collateral, as well as the average length of time before that asset is removed from the LVTS pool.

Collateral in the LVTS

Information about the movement of assets into and out of LVTS collateral pools is derived from daily snapshots. The following information was collected for each security pledged as collateral on each day over the sample period (28 March 2002 to 30 March 2007):¹⁰ the LVTS participant, security identifier, issuer name, par value, discounted value, coupon, and maturity date.¹¹ In total, 14 FIs act as participants in the LVTS and pledge collateral for the purpose of making payments. For this study, securities are grouped in five general categories: longer-term GoC bonds, short-term GoC treasury bills, GoC guaranteed securities, provincial and municipal securities, and private sector securities (such as bankers' acceptances, promissory notes, commercial paper, and corporate bonds).

Table 1 provides statistics on the pool of securities pledged in the LVTS at the beginning and end of the sample period. The number of securities and the value of collateral across all FIs in each asset class are presented in columns 2 and 6, and columns 3 and 7, respectively. The total discounted value of collateral increased from about \$20 billion to \$32 billion between 2002 and 2007. This is consistent with the overall increase in payment flows over the same period. It also illustrates the need for FIs to manage their collateral more effectively.

Columns 4 and 8 in Table 1 indicate the percentage of collateral associated with each asset class. While the total discounted value (columns 3 and 7) of GoC bonds and treasury bills is similar at the beginning and end of the sample period, the share of treasury bills within that total has increased substantially. Note that FIs are pledging more and more securities from assets that were made eligible in November 2001 (such as provincial/municipal and private sector securities). Lastly, average maturities (in months), shown in columns 5 and 9, have increased significantly for GoC-guaranteed, provincial, municipal, and private sector securities, while the overall average has declined, largely because of the increasing reliance on treasury bills.

As noted above, there has been an overall increase in payment flows during the sample period. Chart 1 illustrates the large increase in quarterly payment

⁸ Payments sent and received by each institution can vary significantly within and across days, depending on customer needs. McPhail and Valkos (2003) illustrate how a buffer of collateral is typically employed to accommodate unexpected incoming and outgoing flows of funds.

⁹ Bindseil and Papadia (2006) discuss the acceptable risk characteristics of collateral. Securities currently eligible as collateral and their margin are available at <<http://www.bankofcanada.ca/en/financial/securities.pdf>>.

¹⁰ These dates were chosen to control for seasonal factors and to provide enough time for FIs to adjust to changes in collateral policies introduced in November 2001.

¹¹ There were more than 100 different issuers of securities over the sample period.

Table 1: LVTS collateral holdings by asset class

Asset class	28 March 2002				30 March 2007			
	Assets (#)	Total discounted value		Average maturity (months)	Assets (#)	Total discounted value		Average maturity (months)
		(\$ billions)	(%)			(\$ billions)	(%)	
GoC bonds	27	0.55	47.64	83.07	24	2.45	7.67	100.50
GoC treasury bills	22	1.63	8.11	6.82	27	6.72	20.99	4.78
GoC-guaranteed securities	54	6.48	32.34	23.06	60	9.31	29.09	33.28
Provincial/municipal securities	11	0.42	2.10	42.73	102	7.63	23.84	68.83
Private sector securities	79	1.96	9.79	4.01	177	5.89	18.40	11.03
Total/average	193	20.03	100.00	48.88	390	32.00	100.0	36.83

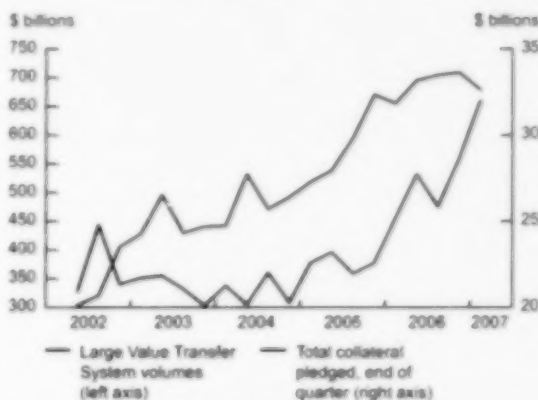
Note: Government of Canada (GoC) bonds include all securities with maturities greater than one year. National Housing Act (NHA) Mortgage-Backed Securities are included with GoC-guaranteed securities. Private sector securities include bankers' acceptances, promissory notes, commercial paper, and corporate bonds.

volumes sent by all direct participants in the LVTS.¹² Only Tranche 1 payment volumes are shown because, despite being a small portion of overall volumes, most of the collateral pledged is actually in support of this type of payment.¹³ Also shown is total collateral pledged, which illustrates strong growth, especially since mid-2005.

Table 2 is organized much like Table 1 and provides information about the movements of collateral—securities pledged and released from the LVTS—over the sample period. Column 2 indicates the average holding period (i.e., the number of business days a security is pledged) for assets in each class. Lower-risk securities (GoC bonds and guaranteed securities) are held as collateral in the LVTS for six days or less, while private sector securities are kept in the pool for more than 26 business days, on average. This may reflect the value that FIs place on GoC (issued and guaranteed) bonds for other uses and the fact that private sector securities are less liquid and tend to be held longer in inventory.

In columns 3 and 6, the number of securities either newly pledged to, or newly released from, the LVTS is documented across the five asset classes. Columns 4 and 7 reflect the average value (in millions of dollars) of the transferred securities, while columns 5 and 8

Chart 1: LVTS quarterly volumes, 2002Q2–07Q1^a



a. Aggregate Tranche 1 payments sent by all direct participants in the Large Value Transfer System (LVTS).

Sources: Bank of Canada and the Canadian Payments Association

indicate the average maturity (in months) of the moved securities. Columns 3 and 6 are surprisingly similar and may suggest that FIs typically pledge and then release, or release and then pledge, very similar securities. Over the five-year period, almost two-thirds of the discounted value related to movements in collateral was associated with GoC bonds and bills. These securities are typically involved in repo market operations, have low credit risk, and are very liquid. While GoC securities are highly mobile in the LVTS, it is important to note that other security classes are also pledged and released on a frequent basis.

Several factors are hypothesized as to which assets are pledged as collateral. While various aspects are common across FIs, such as market liquidity in each asset class, others are specific to the business

¹² The overall change across the sample period reflects an increase in the size of the economy, the migration of payments from the Automated Clearing Settlement System to the LVTS, payments settled through the Continuous Linked Settlement system and CDSX (operated by the Canadian Depository for Securities Limited), and increased GoC transactions. Figures on aggregate payment flows and flows disaggregated by participant are obtained from the Canadian Payments Association.

¹³ Tranche 1 payments that are sent can be no greater than the amount of collateral that the institution has pledged to the Bank of Canada. Under Tranche 2, each FI pledges to the Bank of Canada collateral equal to the largest bilateral line of credit it has extended to any other institution multiplied by a specified percentage. Tranche 2 payments constitute most of the volume and value of payment transfers in the LVTS, principally because of savings in collateral relative to Tranche 1 operations.

Table 2: Pledges and releases: collateral movements by asset class between 28 March 2002 and 30 March 2007

Asset class	Pledges				Releases		
	Average holding period (business days)	Pledges (#)	Average discounted value (\$ millions)	Average maturity (months)	Releases (#)	Average discounted value (\$ millions)	Average maturity (months)
GoC bonds	6.0	4,190	228	123.5	4,096	196	120.5
GoC treasury bills	14.3	2,410	239	5.2	2,173	193	4.6
GoC-guaranteed securities	4.8	9,403	125	26.4	8,533	113	26.4
Provincial/municipal securities	14.7	3,547	91	92.8	3,223	80	91.3
Private sector securities	26.4	4,168	29	5.8	4,093	28	5.5
Total/average	11.2	23,718	133	47.7	22,118	116	47.3

Note: Government of Canada (GoC) bonds include all securities with maturities greater than one year. National Housing Act (NHA) Mortgage-Backed Securities are included with GoC guaranteed securities. Private sector securities include bankers' acceptances, promissory notes, commercial paper, and corporate bonds. The Total/average row includes the sum of the pledges/releases for each asset type (columns 3 and 6) and the weighted average for the holding period, discounted value, and maturity columns.

operations of the individual firm. The factors considered include asset market turnover, market-making capacity, payment flows, capital-asset ratio, and the collateralized overnight lending rate. We consider each in turn.

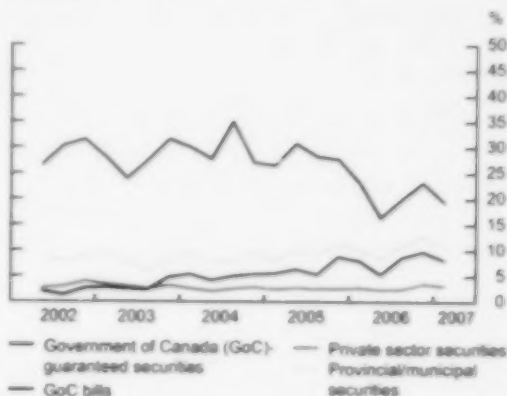
Turnover, a broad measure of market liquidity, is often associated with greater market depth. Eligible securities that are also liquid provide additional value to collateral managers, since such securities are relatively easy to acquire or sell, with minimal impact on prices. For regular collateral requirements in the LVTS, managers will look first to less-liquid assets and attempt to preserve any valuable collateral for other uses (e.g., trading in repo or derivatives markets). Turnover in each asset class, which provides an overall daily measure of the relative scarcity of a security, is calculated by dividing the volume of securities traded over a given period by the average amount of securities outstanding over the same period.¹⁴

Chart 2 illustrates aggregate trading for all dealers in each asset class relative to trading in GoC bonds. The normalization is introduced to control for the overall increase in trading across markets and also to effectively illustrate the size of the GoC bond market. While ratios are relatively stable across time in most asset classes, there has been a considerable increase in relative market activity in GoC-guaranteed securities.

The market-making capacity of each FI in each asset class may also affect which securities an institution pledges in the LVTS, since banks may not want to use

Chart 2: Aggregate trading as a share of GoC bond trading, 2002Q2–07Q1

Quarterly



Sources: Bank of Canada and the Investment Industry Regulatory Organization of Canada

assets whose inventory risk they have a comparative advantage in managing. A proxy for relative market-making capacity in each asset class is calculated as the ratio of trading relative to total trading by each institution.

Payment flows, and their volatility, will effectively determine the total size of every collateral pool pledged by each participant in the LVTS. For firms that manage their LVTS payments intensively, the more payments that are received relative to those that must be sent, the less collateral will be required. When payment flows are large or volatile, FIs may need to purchase and pledge increasingly costly securities. Furthermore, since time-sensitive payments can be significant, FIs may hold or borrow securities that are

¹⁴ Outstanding amounts in each security class are collected from the Bank of Canada's Banking and Financial Statistics. Data on each FI's share of trading in each asset class were obtained from the Investment Dealers Association of Canada.

available in large amounts, such as government securities.

Liquid assets have a lower credit risk and are readily redeployable across business lines if the need arises. Banks that hold large pools of eligible and liquid assets on their balance sheets may pledge these assets to the LVTS. The percentage of liquid assets relative to total assets is a proxy for the relative size of an FI's portfolio of liquid assets, as well as the scarcity of available liquid assets on its balance sheet. The capital-to-asset ratio of each FI, which measures the overall risk of a bank's asset portfolio, may also affect which assets are pledged to the LVTS. A bank with a lower capital-asset ratio, for example, may have higher insolvency risks and find it difficult to borrow from other banks on an uncollateralized basis.¹⁵ Such an FI will preserve its most liquid assets in case of a funding shock.

Lastly, the overnight collateralized lending rate will also affect which assets are pledged in the LVTS. When collateral is scarce, the Canadian Overnight Repo Rate Average (CORRA) may fall relative to the Bank of Canada's target for the overnight rate.¹⁶ The CORRA is limited to repo transactions that involve general collateral and provides a transparent daily measure of the level of the overnight rate. Since the repo market is a very liquid market for the purchase and resale of GoC securities, FIs may tap this market for short-term collateral demands. When scarcity is an issue, however, FIs will economize on their collateral demands.

Methodology

Standard regression models are not appropriate when examining the choice of collateral made by banks. This choice is discrete, taking on only one of a number of values. Binary dependent models (such as logit and probit models), where the choice variable takes on only one of two values, are also not appropriate when firms are given many different choices. In the case of collateral choice, no natural ordering of assets exists across time and institutions. Instead, the ordering of securities will depend on each FI's needs for payment services, its market-making capacity, conditions in the marketplace, and the state of the FI's balance sheet at

the moment a decision must be made. Each of these elements may affect the opportunity cost of every security that is eligible as collateral in the LVTS. An unordered conditional logit model is appropriate under these circumstances.¹⁷

The data set collected and analyzed for this study is atypical, since it includes mixtures of both individual and choice-specific attributes. These data are used to estimate a model of how FIs choose which security to pledge as collateral in the LVTS. The outcome is an estimate of the probability of pledging a particular type of asset given a set of control variables for individual firm characteristics as well as market-wide factors. The dependent variable in the model assumes a value of one when that asset is pledged, and zero otherwise. Each observation is actually a set of data consisting of explanatory variables for the securities that were chosen as well as for those that were not chosen. To observe how individual firm characteristics (i.e., size, composition of assets, funding choices, regional diversification, etc.) influence the choice of security, a dummy variable for each type of security is multiplied by each of the firm-level control variables: daily payments sent by the firm; the realized volatility of the FI's payments over the past month; the liquid-asset-to-total-asset ratio and the capital-to-asset ratio in the most recent quarter; and the overnight rate. Because a dummy is not included for GoC bonds, the resulting coefficients are interpreted as the effect of the control variable on the probability of pledging the particular asset relative to GoC bonds. Variables are also included to control for general market liquidity and the market-making efforts of individual firms.

We also perform an analysis of pledging duration by estimating an accelerated failure-time model (estimating the probability that a certain security will be removed from the pool of pledged collateral) to determine whether the factors that drive choice also affect the length of time that an asset is pledged. Consider the following model of an accelerated "release" time:

$$\ln(t_j) = x_j\beta_j + \tau_j, \quad (1)$$

where the release time of collateral is t_j , and τ_j is an error term. The values of the explanatory variables, x_j , are chosen at the time the collateral is first pledged to the LVTS.

15 Liquid assets relative to total assets and the capital relative to risk-weighted asset ratios are obtained from quarterly balance sheet data from the Office of the Superintendent of Financial Institutions. Liquid assets include bank notes, deposits with the Bank of Canada, securities issued or guaranteed by the Government of Canada, and securities issued or guaranteed by provinces or municipalities.

16 See Reid (2007). The Bank of Canada publishes the CORRA, which consists of a weighted average of rates on repo transactions conducted onscreen between 06:00 and 16:00 hours and subsequently reported by interdealer brokers.

17 Estimation of a conditional logit model (clogit) is discussed in the box on page 14. See McFadden (1974) or, for a brief introduction, Greene (2008). A model specification similar to that of Hensher (1986) is used in this article.

Findings

Only data corresponding to the largest financial institutions in Canada are employed in the analysis. This reflects our focus on market liquidity and market-making, as well as the availability of trading data for a select number of firms. (The big six banks examined are the Bank of Montreal, the Canadian Imperial Bank of Commerce, the Banque Nationale, the Royal Bank of Canada, Scotiabank, and the Toronto-Dominion Bank.) Furthermore, to simplify the model and preserve the confidentiality of the data, we assume that the effects of all independent variables are the same for each FI. The data are thus entered individually for each FI, but are pooled into one model.¹⁸ Table 3 presents coefficient estimates, and their associated *p*-values, for all variables. Pseudo *R*² values indicate that the model provides a reasonably good fit for the data.

Dummy variables for GoC treasury bills, GoC-guaranteed securities, provincial and municipal securities, and private sector securities are included in the analysis, with GoC bonds treated as the control asset class. Positive (or negative) estimates indicate a greater (or smaller) likelihood that a security in a certain asset class will be pledged relative to a GoC bond. These dummies give an indication of any unobserved factors driving pledges unrelated to the control variables. Judging by the signs of the estimates, GoC-guaranteed securities are more likely, on average, to be pledged than GoC bonds, while GoC bills and private sector and provincial securities are less likely to be pledged.

Control variables are included to reflect factors that are thought to affect the management of collateral but are unrelated to financial market liquidity and market-making capacity. These controls are multiplied by the four dummy variables representing the individual asset classes. A positive estimate indicates an increased likelihood that a specific security type will be pledged relative to a GoC bond when that control variable increases. For example, when the value of payments sent increases on a particular day, GoC bonds are preferred to all other security classes (that is, all coefficients are negative) to satisfy the increased collateral requirement. Intuitively, when collateral is needed for a short time, an FI can either expend effort looking for cheap securities, or (although this is

Table 3: Conditional logit estimation of pledges^a

Explanatory variables	Coefficient
GoC bills	-1.011 (0.000)
GoC-guaranteed securities	0.807 (0.000)
Provincial/municipal securities	-1.200 (0.000)
Private sector securities	-0.955 (0.000)
Payments sent <i>x</i>	
GoC bills	-0.395 (0.086)
GoC-guaranteed	-6.306 (0.000)
Provincial/municipal	-1.536 (0.000)
Private sector	-1.980 (0.000)
Payments volatility <i>x</i>	
GoC bills	-2.933 (0.064)
GoC-guaranteed	6.915 (0.000)
Provincial/municipal	3.246 (0.015)
Private sector	16.855 (0.000)
Liquid-asset ratio <i>x</i>	
GoC bills	11.673 (0.000)
GoC-guaranteed	30.463 (0.000)
Provincial/municipal	8.798 (0.000)
Private sector	1.281 (0.558)
Capital-asset ratio <i>x</i>	
GoC bills	0.989 (0.000)
GoC-guaranteed	1.941 (0.000)
Provincial/municipal	0.716 (0.000)
Private sector	0.292 (0.009)
Overnight spread <i>x</i>	
GoC bills	3.674 (0.062)
GoC-guaranteed	7.084 (0.000)
Provincial/municipal	1.453 (0.358)
Private sector	1.746 (0.272)
Market liquidity	-3.571 (0.000)
Market-making	-1.201 (0.000)
Observations	11189
Pseudo <i>R</i> ²	0.392
Wald statistic <i>p</i> -value	0.000

a. Estimates of coefficients are based on the estimation of a conditional logit model. The sample period is 28 March 2002 to 30 March 2007. Probability values are presented in parentheses. The dependent variable is equal to one for the asset class chosen and zero otherwise. Independent variables include dummy variables for GoC treasury bills, GoC-guaranteed securities, provincial/municipal securities, and private sector securities. These dummy variables are also multiplied by the value of payments sent on the day of the pledge, payment volatility (equal to the standard deviation of payments sent over the past 20 business days), the ratio of liquid to total assets in the most recent quarter, the ratio of capital to risk-weighted asset in the most recent quarter, and the spread between the CORRA and the Bank of Canada's target overnight rate. Coefficient estimates associated with payments sent and payment volatilities are multiplied by 10⁻⁴. The following are also included as explanatory variables: market liquidity, calculated by dividing the volume of securities traded over the most recent quarter by the average amount of securities outstanding in that quarter, and market-making, the fraction of trading in each asset class by each financial institution.

¹⁸ While seasonal (e.g., quarterly) dummies may be warranted, only variables that differ across choices, or that differ across firm characteristics, can be included in the analysis. It is therefore not possible to control for changes in the behaviour of FIs across time.

generally more costly) it can pledge an easily found GoC bond, recognizing that the bond will also be easier to sell once the collateral is no longer needed.

In contrast, when the recent volatility of payments increases, all asset classes except GoC bills are more likely to be pledged relative to GoC bonds. This is especially true for private sector securities. This increased likelihood may reflect the precautionary motive for holding collateral and the conservative nature of collateral managers. When volatility is high and persistent, they increase the buffer of cheap collateral pledged in the LVTS.

Comparing liquid assets with total assets gives some indication of the relative scarcity of liquid assets in each institution. Results suggest that a larger liquid-asset ratio increases the probability that, relative to GoC bonds, an FI will pledge treasury bills, GoC-guaranteed securities, or provincial and municipal bonds. The use of other liquid assets may be relatively high because FIs are employing GoC bonds elsewhere.

A larger liquid-asset ratio increases the probability that, relative to GoC bonds, an FI will pledge treasury bills, GoC-guaranteed securities, or provincial and municipal bonds.

The estimates also indicate that when the total capital-to-asset ratio decreases, banks are less likely to pledge GoC bonds relative to all other asset classes (similar results were found using the Basel Tier 1 capital-to-asset ratio). A reduction in the capital-asset ratio may indicate an increased risk of insolvency. FIs in this position will conserve their most-liquid assets (e.g., GoC bonds), which are acceptable as collateral by a wider range of parties in the marketplace if additional funding is required.

A decrease in the overnight rate relative to the Bank of Canada's overnight target might suggest that high-quality collateral has become scarcer (e.g., securities in high demand will trade at a lower rate in the repo market. Participants who own such securities can lend them in the repo market in return for cash, at a lower interest rate.) Statistically significant results in Table 3 suggest that, in this event, banks prefer to pledge GoC bonds relative to GoC-guaranteed securities. This result is less intuitive and could be biased, since the quantity of high-quality pledged

collateral and the "price" of collateral are determined endogenously.

Our main interest is the effect of market liquidity and a bank's market-making capacity on the choice of assets pledged as collateral. Results presented in Table 3 are statistically significant for both variables. Increased market liquidity in an asset class (which is measured by turnover) reduces the likelihood that a security from that sector of the fixed-income market will be pledged. Intuitively, highly liquid securities are too valuable to serve as collateral from the perspective of a bank's trading desk. While liquid assets could be released from the LVTS if the need arose, the operational costs of doing so may not be justified.

Alternatively, FIs are more likely to choose assets in which they have a greater market-making capacity (represented by relative trading activity). Banks that deal actively in a certain segment of the fixed-income market have more expertise in managing inventories in that market. While institutions may be reluctant to pledge as collateral securities from their market-making portfolio of assets, they may be able to do this more efficiently in a market in which they are better aware of the trading activity over time.

The results of the duration analysis (where the model looks at the amount of time a security remains pledged) performed with the same set of data are consistent with the results of the unordered conditional logit model. Models are estimated separately for each asset class.¹⁹ Instead of examining the choice of security made by an FI pledging collateral to the LVTS, coefficient estimates in Table 4 show whether the length of time a security stays in the LVTS collateral pool increases or decreases when the independent variables increase in magnitude.

Results in Table 4 suggest that, across most asset classes, market liquidity reduces the time before a security is released from the LVTS, while market-making capacity increases the length of time a security stays in the LVTS collateral pool. The only exception is GoC-guaranteed securities, where the results are reversed. Market liquidity increases the length of time that the security is pledged to the LVTS, while market-making intensity reduces the duration of the security's stay in the LVTS. An interesting line of future research will be to investigate what aspect of GoC-guaranteed securities drives this result.

¹⁹ The random variable (ϵ_i) in equation 1 is assumed to follow a Weibull distribution, although results are robust to alternative probability distributions.

Table 4: Duration analysis of accelerated failure time^a

Pledges	Security				
	GoC bonds	GoC bills	GoC guaranteed	Provincial/municipal	Private sector
Payments sent x 10 ⁻⁴	2.687 (0.000)	2.443 (0.000)	0.851 (0.111)	-1.954 (0.000)	-0.438 (0.111)
Payment volatility x 10 ⁻⁴	5.753 (0.000)	1.571 (0.389)	11.902 (0.000)	7.590 (0.000)	5.093 (0.000)
Liquid-asset ratio	10.651 (0.000)	20.859 (0.000)	-0.659 (0.258)	7.605 (0.000)	27.968 (0.000)
Capital-asset ratio	0.390 (0.001)	-1.333 (0.000)	0.536 (0.000)	-0.377 (0.027)	0.292 (0.044)
Overnight spread	6.341 (0.000)	2.994 (0.079)	-1.558 (0.189)	-3.162 (0.074)	-1.846 (0.188)
Market liquidity	-9.031 (0.000)	-56.406 (0.001)	20.076 (0.001)	-7.936 (0.056)	-13.593 (0.001)
Market-making	5.231 (0.017)	2.658 (0.005)	1.423 (0.000)	4.508 (0.022)	12.093 (0.017)
Constant	1.615 (0.000)	2.691 (0.000)	0.605 (0.000)	1.749 (0.000)	2.861 (0.000)
Observations	1188	857	6922	1068	1154
Log likelihood	-2019.4	-1377.3	-8458.2	-1755.8	-1929.9
LR p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

a. Estimates of coefficients are based on the estimation of an accelerated failure-time model (see equation 1) for each asset class. The error term is assumed to follow a Weibull distribution. The sample period is 28 March 2002 to 30 March 2007. The dependent variable, $\ln(t)$, is the log of the number of days that a security is pledged as collateral. Probability values are presented in parentheses. Independent variables include dummy variables for GoC treasury bills, GoC-guaranteed securities, provincial/municipal securities, and private sector securities. These dummy variables are also multiplied by the value of the payments sent on the day of the pledge, payment volatility equal to standard deviation of payments sent over the past 20 business days, the ratio of liquid to total assets in the most recent quarter, the ratio of capital to risk-weighted assets in the most recent quarter, and the spread between the CORRA and the Bank of Canada's target overnight rate. The following are also included as explanatory variables: market liquidity, calculated by dividing the volume of securities traded over the most recent quarter by the average amount of securities outstanding in that quarter, and market-making, the fraction of trading in each asset class by each FI.

The control variables from the duration analysis are consistent with the conditional unordered logit estimates. For example, an increase in the value of payments sent reduces the length of time before a security is released from the LVTs, suggesting that the variables for payments sent may be more related to short-term needs for collateral. In contrast, when realized volatility is elevated over the previous month, all securities are kept in the LVTs for longer periods before being released.

Summary and Conclusions

It is important to monitor how participants in the LVTs make use of the assets available to them in their

collateral decisions. This is especially vital in an environment where the use of collateral has expanded and where certain securities are thought to be scarce. The empirical analysis presented in this article provides an extensive list of factors that affect the choice of collateral in wholesale markets. While many of the factors affecting the demand for collateral were already well known (e.g., the dynamics of payment flow, balance-sheet factors, and market interest rates), this analysis presents new evidence on how market liquidity and trading in fixed-income markets can affect the choice of collateral.

The results find strong evidence to suggest that relative market liquidity and market-making capacity are important factors in the choice of securities pledged as collateral in the LVTs. Since market-making activities can be a profitable business line, it is expected that FIs will first look for assets held in their inventories that are not required immediately for other purposes; that is, assets that are relatively less active or liquid.²⁰ Furthermore, FIs will look to the inventories of assets in which they have more management expertise. Their knowledge of the inventory risk associated with these securities can minimize their temporary funding costs in the long run.

The results find strong evidence to suggest that relative market liquidity and market-making capacity are important factors in the choice of securities pledged as collateral in the LVTs.

There is an implicit opportunity cost associated with holding securities that are eligible as collateral in wholesale financial markets. In particular, certain assets that serve as collateral in the LVTs can also be redeployed to other profitable uses. These assets (e.g., liquid Government of Canada bonds and bills) are highly sought after and have been used less extensively in the LVTs since the list of eligible securities was expanded. Such securities are still pledged for short-term needs, however. In contrast, less-liquid inventories of securities that have a higher yield and that an FI has a comparative advantage in managing are more cost-effective when pledged as collateral.

20 Liquid and/or redeployable collateral is valuable in FIs with many business lines that may require temporary funding. The literature on benchmark, or on-the-run, securities suggests that assets with similar cash flows can differ substantially in their liquidity and price.

On the whole, there is significant evidence that collateral is cautiously managed. FIs must balance risk and return by minimizing funding costs, diversifying funding, and monitoring the operational costs of pledging and releasing collateral.

The results of this study are important for policy-makers such as the Bank of Canada, which is concerned both about the efficient functioning of fixed-income markets and about the credit risk it ultimately bears in insuring LVTS settlement. Given these new insights into the behaviour of FIs, future changes in collateral policies, in particular those regarding the

eligibility of assets as collateral, can be designed more effectively.

Ongoing monitoring of and research into collateral-management practices is required to keep abreast of the changing behaviours at financial institutions and within an evolving financial environment. Future research will examine collateral management in more detail, with a particular focus on changes resulting from the recent financial crisis and the ensuing increase in Government of Canada debt issuance.

Literature Cited

- Arjani, N. and D. McVanel. 2006. "A Primer on Canada's Large Value Transfer System." Available at <http://www.bankofcanada.ca/en/financial/lvts_neville.pdf>.
- Armstrong, J. and G. Caldwell. 2008. "Liquidity Risk at Banks: Trends and Lessons Learned from the Recent Turmoil." *Financial System Review* (December): 47–52.
- Banque de France. 2008. Special Issue on Liquidity. *Financial Stability Review* (February). Available at <http://www.banque-france.fr/gb/publications/rsf/rsf_022008.htm>.
- Bindseil, U. and F. Papadia. 2006. "Credit Risk Mitigation in Central Bank Operations and Its Effects on Financial Markets: The Case of the Eurosystem." ECB Occasional Paper No. 49.
- Brunnermeier, M. K. and L. H. Pedersen. 2009. "Market Liquidity and Funding Liquidity." *Review of Financial Studies* 22 (6): 2201–38.
- Committee on the Global Financial System (CGFS). 2001. "Collateral in Wholesale Financial Markets: Recent Trends, Risk Management and Market Dynamics." CGFS Publication No 17. Report prepared by the CGFS Working Group on Collateral. Basel: Bank for International Settlements, March. Available at <<http://www.bis.org/publ/cgfs17.pdf?noframes=1>>.
- Decker, P. A. 2000. "The Changing Character of Liquidity and Liquidity Risk Management: A Regulator's Perspective." Emerging Issues Series. Federal Reserve Bank of Chicago, Supervision and Regulation Department. S&R-2000-5.
- Diamond, D. W. and R. G. Rajan. 2001. "Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking." *Journal of Political Economy* 109 (2): 287–327.
- D'Souza, C. and C. Gaa. 2004. "How Liquid Are Canadas?" *Canadian Investment Review* (Winter): 23–28.
- Fleming, M. J. and E. M. Remolona. 1999. "Price Formation and Liquidity in the U.S. Treasury Market: The Response to Public Information." *Journal of Finance*, American Finance Association 54 (5): 1901–915.
- Goodhart, C. 2008. "Liquidity Risk Management." Special Issue on Liquidity. *Financial Stability Review*, Banque de France. February. Available at <http://www.banque-france.fr/gb/publications/rsf/rsf_022008.htm>.
- Greene, W. H. 2008. *Econometric Analysis*, 6th ed. (New Jersey: Prentice Hall).

Literature Cited (cont'd)

- Hensher, D. A. 1986. "Sequential and Full Information Maximum Likelihood Estimation of a Nested Logit Model." *Review of Economics and Statistics* 68: 657-67.
- McFadden, D. 1974. "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior," in P. Zarembka (ed.), *Frontiers in Econometrics*, 105-42, Academic Press: New York, 1974.
- McPhail, K. and A. Vakos. 2003. "Excess Collateral in the LVTS: How Much Is Too Much?" Bank of Canada Working Paper No. 2003-36.
- Reid, C. 2007. "The Canadian Overnight Market: Recent Evolution and Structural Changes." *Bank of Canada Review* (Spring): 15-29.
- Strahan, P. E., E. Gatev, and T. Schuermann. 2004. "How Do Banks Manage Liquidity Risk? Evidence from Equity and Deposit Markets in the Fall of 1998." NBER Working Paper No. 10982.

Empirical Methodology

In McFadden's (1974) choice model, there is a set of unordered choices, say, $1, 2, \dots, J$. Let y_{jt} be an indicator variable for the actual choice of collateral made by a financial institution (FI). In particular, $y_{jt} = 1$ if the institution chooses asset j on day t , and $y_{jt} = 0$ for $j' \neq j$. The independent variables in the model, $z_{jt} = [x_{jt}, w_t]$, can be broken down into attributes of the choices on day t , x_{jt} , and individual characteristics of the firm on day t , w_t .¹

Unordered-choice models are motivated by a random-utility model. FIs maximize utility (accounting for both profits and the risk management of assets across its balance sheet). For a firm faced with J choices, the utility of choice j on day t is

$$U_{jt} = \beta' z_{jt} + \varepsilon_{jt}.$$

If the bank makes choice j , it is assumed that U_{jt} is the maximum among the J utilities. The statistical model is driven by the probability that choice j is made, which is

$$\Pr(U_{jt} > U_{j't})$$

for all other $j' \neq j$. If, and only if, the J disturbances are independent and identically distributed with Weibull distribution,

$$F(\varepsilon_{jt}) = \exp(e^{-\varepsilon_{jt}}),$$

then

$$\Pr(y_{jt} = j) = (e^{\beta' z_{jt}}) / (\sum_j e^{\beta' z_{j't}}) = (e^{\delta' x_{jt} + \alpha' w_t}) / (\sum_j e^{\delta' x_{j't} + \alpha' w_t}).$$

The conditional logit model is intended for problems where choices are made based at least partly on observable attributes of each alternative. For the current model to allow for individual specific effects, dummy variables for the choices have to be created. These are then multiplied by the w 's. In this way, the coefficients can vary across the choices instead of the characteristics, and not drop out of the probabilities. Estimation of the model by maximum likelihood methods is straightforward, where the dependent variable is coded as either 0 or 1. The log-likelihood function is

$$\log L = \sum_t \sum_{j=1}^J d_{jt} \log \Pr(y_{jt} = j),$$

where d_{jt} is one when alternative j is chosen at time t and zero otherwise. The model is slightly different from a regular logistic regression in that the data are grouped and the likelihood is calculated relative to all other possible choices that the institution could have made.² In a model that is estimated for multiple FIs, the above equations are replicated for each FI and the log-likelihood function includes an additional summation across the FIs.

¹ A multinomial logit model can be utilized when only individual attributes are observed.

² Conditional and multinomial logit models are convenient but assume independence from irrelevant alternatives. Specifically, a third alternative does not affect the relative odds between alternatives i and j .

The Complexities of Financial Risk Management and Systemic Risks*

Frank Milne†

- *Risk-management systems in financial institutions have come under increasing scrutiny in light of the current financial crisis, resulting in calls for improvements to these systems and an increased role for regulators dealing with them.*
- *The basic theory and practice of modern risk management is complex. Given the serious failures manifest in the current crisis, some possible strategies that can improve the performance of risk management and regulatory practice should be considered.*
- *Prudential regulation should focus on failures within the financial firm and in the market interactions between firms.*
- *Market failures resulting from liquidity and systemic risks call for new techniques that will require the input and co-operation of financial institutions and regulators.*

The current international financial crisis has resulted in calls for improvements in risk-management systems in financial institutions (FIs), and an increased role for regulators dealing with these systems.[†] These recommendations make a distinction between macroprudential and microprudential regulation. Microprudential regulation deals with the detailed regulation of a bank, including its risks and capital adequacy. Macroprudential regulation focuses on system-wide risks, which result from risks that occur in the trading that takes place between banks and the rest of the financial system. This article will not deal with the various recommendations that have been made with regard to macroprudential regulation, but will focus instead on the important interface between microprudential and macroprudential regulation. This interface is critical in bank and FI risk management, as well as in attempts by microprudential regulatory systems to deal with the impact of systemic macroprudential effects on individual banks or FIs.

What is not widely appreciated are the complexities in managing risk-management systems. Designing and operating these systems is a difficult task, requiring a careful blend of modern finance and banking theory; quantitative methods; and judgment based on long experience in credit analysis, legal and accounting rules, and other key areas. Yet too often it is assumed that improvements can be made by better use of data, increased microprudential regulation, reducing perverse incentives, and so on. These are all worthy

* This article has drawn material from a longer and more technical working paper (Milne 2008b).

† Special Adviser at the Bank of Canada, 2008–09.

‡ There are several international reports. For example, see the de Larosière report (2009) to the European Central Bank. For the United Kingdom, see the *Turner Review* (Financial Services Authority 2009a) and the response of the Financial Services Authority (2009b). For the United States, see Acharya and Richardson (2009), which provides a detailed analysis of the crisis and of various regulatory failures and reforms.

objectives, but they miss the intricacy at the heart of the risk-management process. I will argue that the complex issues involved require careful analysis of the theory and application of modern risk-management systems, and, in particular, that the basic theories underpinning many asset-trading and risk-management systems in FIs have assumed away systemic effects. Thus, they mislead some FIs into taking on unmeasured systemic risks. Although experienced risk managers use the quantitative systems as a guide, they adapt decisions to take into account qualitative information and effects that are unmodelled, or were difficult to model, in the current systems. In spite of this complexity, however, and the serious failures manifest in the current crisis, there are ways to make the necessary changes. In this article, I propose to review some possible strategies that can improve the performance of risk management and microprudential regulatory practice.

Using this microanalysis, or "bottom-up" approach, permits light to be thrown on possible causes of systemic risks in the financial system. Links can also be drawn between the microprudential regulation of risk-management systems and the missing elements in these systems that imply systemic risks. To understand this argument, the basic FI risk-management problem needs to be explored, considering its strengths and weaknesses. FI risk-management systems should then be embedded in markets with interacting FIs, thus providing the links between FIs and financial markets. This latter technique is sometimes called a "network" approach,² but economists will recognize it as a general-equilibrium analysis for a competitive economy, or as a strategic approach in the industrial organization literature on oligopolies. An additional benefit of this type of analysis is that it provides a consistent framework for discussing both microprudential risk-management analysis and problems with systemic risk. The framework is not complete—there are serious gaps in our knowledge—but this can be a fruitful way of thinking about financial crises and prudential regulation.

Risk-Management Systems: The Issues

Risk-management systems have evolved over many decades. FIs that issue credit have long used credit-ranking systems to manage their credit books. As well, they use other methods to manage credit risk,

such as adjusting rates, collateral, and individual exposures, and procedures for workouts in default. Because much of the lending book was largely illiquid, banks had limited ability to hedge their risks. Over time, these systems have become increasingly mechanized through credit-scoring systems and other means. But big changes have occurred more recently when securitization allowed FIs increasingly to hedge and trade credit risks. This required different methods for pricing, hedging, and managing credit exposures that had to be integrated into more traditional systems. Fundamental problems occurred in that integration, problems that became obvious during the recent crisis.

The problems for private sector risk-management systems can be grouped in two broad categories: (i) the underlying theoretical formulation of risk-management systems, and (ii) statistical calibration. The existing models are a synthesis of traditional credit systems and the efficient-markets (Arrow-Debreu) model of trading, hedging, and pricing assets. This model, if taken seriously, implies that there is a dynamic factor structure that can be used to price assets. These factors (after diversification) can be traded in frictionless, competitive markets and used to price assets by arbitrage methods. In essence, the model is a general-equilibrium economy plus a dynamic linear system for hedging and pricing assets and their derivatives. Unfortunately, this model implies that the financial system and trading of financial derivatives do not add economic value; it is welfare irrelevant. Modern banking theory takes this theoretical deficiency seriously and introduces various frictions to make sense of banking, financial intermediation, and sophisticated financial systems. The internal credit and trading operations of FIs are not seen as substitutes for markets, but as complementary institutions, solving complicated agency and informational problems that the frictionless market cannot solve.³

Banking theory has made very limited inroads into the theory and practice of risk management, where modelling has been dominated by the frictionless, efficient-market model masquerading under the title of financial engineering. Literature on the latter topic has recently been attempting to cope with the theoretical complexities introduced by frictions (e.g., transactions costs and illiquidity) through reduced-form methods; however, the more general strategic problems of concern in the banking literature have been ignored. The theoretical risk-management

² For an early analysis of this problem, see Allen and Gale (2000). See also their survey of the more recent literature in Allen and Gale (2007, Chapter 10).

³ For an excellent, readable discussion of this point plus insightful comments relating to risk management and regulatory failures in the crisis, see Helliwig (2008).

literature and some approaches for introducing liquidity into the models are surveyed in this article. A further problem is that most banking-theory models are relatively simple and of low dimension. They are exploratory, examining logical possibilities that could be consistent with stylized facts, but are far from being operational in any risk-management system. This is one of the serious gaps in our knowledge.

Serious practitioners of risk management understand this complexity only too well and are aware of the dangers of fixations on spurious model and statistical precision.

The second deficiency in risk-management systems concerns calibration of the frictionless risk-management model. Calibration of risk-management models relies heavily on historical time-series and cross-section financial data, which exhibit well-known non-stationarities that are difficult to predict. Far from being a statistical analysis of a fixed mechanical system (the prototype for financial-engineering methods), sophisticated use of the models involves exploiting a degree of judgment to allow for non-quantitative observations, experience, financial market innovation, legal changes, and a myriad of other risks. Serious practitioners of risk management understand this complexity only too well and are aware of the dangers of fixations on spurious model and statistical precision ("polishing the hubcaps on a rustbucket"). Some progress is possible in this area, but the results may not be all that significant. Clearly, longer and more detailed data series will help, but the fundamental causes of the non-stationarity reduce the benefits of adding older data.

At the regulatory level, a further layer of complexity is added in dealing with systemic risks. Whereas the risk-management systems in FIs take the environment as given—assuming a partial, competitive, frictionless approach—systemic risks require a model of the financial system to track interactions between FIs and possible interactions with the real economy. An added requirement, if regulatory intervention is to be justified, is to explore plausible market failure(s).⁴

One such friction could be illiquid asset markets.⁵ There are prototype models that introduce various types of illiquidity into asset-portfolio models and arbitrage-pricing methods. In the following sections, some basic model approaches will be sketched, along with indications as to how they may be introduced into risk-management systems. Modelling illiquid markets can provide a consistent framework to explore a modified risk-management system for each FI and justify plausible regulatory intervention that is impossible in the frictionless model. In short, illiquid markets can yield a form of pecuniary externality where a trade in an asset by one FI can alter prices and spill over via price and/or wealth effects into other FIs.

Risk-Management Theory

The simplest model of a risk-management system is the conventional two-date portfolio model, where the FI has assets and liabilities today and the distribution of net returns can be estimated tomorrow.⁶ The objective of risk management is to obtain accurate estimates of the return distribution and, in particular, the tail loss (i.e., low-probability losses). This estimation problem is not straightforward.

The FI's asset exposures are divided into various asset classes; e.g., stocks, mortgages and commercial loans, and derivatives products in the trading books. Each asset class has its own unique return characteristics and estimation problems. To begin, consider the basic portfolio model taught in every undergraduate or MBA investment course, which can be made more operational by assuming that asset returns can be explained by a linear function of some basic risks or "factors." The easiest example of this type of argument is the so-called "market model," in which stock returns are assumed to be a linear function of the short-term interest rate, the market return index, and a random-error term. Each random risk factor is multiplied by a "factor loading" that measures the relative importance of the risk factor in explaining the impact of that factor on the stock return being modelled. The model can be extended by adding other random factors; e.g., long-term bond yields. The assumption that returns are generated by random factors has a long history in applied finance and underlies all risk-management systems.

⁴ This approach has been stressed by Allen and Gale (2007). The argument has been taken up by Milne (2008a, 2008b) and Acharya et al. (2009).

⁵ I am not implying that this is the only type of externality possible. Counterparty risks would be another example.

⁶ Standard risk-management references discuss this type of model. See Crouhy, Galai, and Mark (2001) and Jorion (2007).

It became apparent in the 1970s that if an FI held a large, diversified equity portfolio—so that the portfolio-weighted random-error terms could be summed to approximately zero by the Law of Large Numbers—then the diversified portfolio return could be approximated by a linear combination of the factor returns. Furthermore, in diversified portfolios, the prices of the assets would be restricted by possible arbitrage trades. To illustrate, ignore the random errors (diversifiable terms) and assume that the number of factors is small—say, two. A current price for each factor can then be deduced using elementary linear algebra. Employing these factor prices, every current stock price can be written as a linear combination of the underlying factor prices employing the coefficients as weights. If this linear pricing rule was not true, then any investor could take a diversified portfolio of stocks and make unlimited profits. This factor-pricing theory has various names, depending on the application: the arbitrage-pricing theory; a 1-period version of financial derivative pricing; or the generalized Modigliani-Miller theorem (see Milne 2003, Chapters 4 and 7). Hedge funds use sophisticated variants of this basic methodology.

Financial economists observed that this 1-period method (or more sophisticated multi-period versions) for pricing assets was simple and relatively easy to implement with standard econometric techniques. But it had several limitations: The theory assumed a number of random factors, but did not explain how the factors were chosen, or whether the factors that were selected varied over time. In trying to identify the factors, regression or factor analysis (Principal Components) could be used to estimate the number and types of factors and the coefficients in the linear equation. The question was: Were these coefficients stable over time, or would they be conditional on observable market variables? These issues have never been fully resolved, although, after strenuous empirical testing, there are some candidates for common factors. (In standard investment MBA textbooks, the stock market index, the short interest rate, or industry factors derived from industry equity indexes are often quoted as candidates.)

A multi-period version of the model can be modified to allow for a multi-factor return structure, so that we can derive a conditional-factor structure for returns at each situation in the future. The factor structure of returns can therefore be reinterpreted as a conditional-factor model, where the coefficients should be interpreted as conditional, and the number of factors could (in principle) vary over time or events.

Were these coefficients stable over time, or would they be conditional on observable market variables?

This multi-period factor model (for a derivation, see Milne 2003, Chapters 8–10) can be used to price default-free bonds of different maturities. The trick is to observe that zero-coupon bond prices can be written as a factor-structure model (simple substitutions can be used to make the same argument for bond yields or forward rates). This implies that the common factors will affect bond prices, depending on the coefficients. Because bond prices converge to their face value at maturity, the coefficients cannot be stationary. Other restrictions rule out dynamic arbitrage strategies.

These factor models have a further use. They provide a building block for derivative pricing that approximates the celebrated continuous-time Black-Scholes-Merton option-pricing model (Black and Scholes 1973; Merton 1973). The idea is very simple: Assume that the stock price evolves according to a one-stochastic-factor model plus a constant. Assume that the random factor is a binomial random variable. Then, using the stock and the short-term government bond, a portfolio can be created to replicate any derivative on the stock, one period ahead. Thus, the option price must equal the price of the replicating portfolio (otherwise arbitrage profits exist). Using this argument iteratively over time—assuming that the volatility parameter on the random factor and the risk-free rate are constant over time—a dynamic portfolio strategy can be built to replicate any European option payoff on the stock at time of maturity. (The payoff to a European stock option is $\text{Max}\{S_T - X, 0\}$, where S_T is the stock price at a fixed exercise date T , and X is the fixed exercise price.) Given a dynamic portfolio strategy that replicates the option return at T , the initial value of the portfolio strategy and the initial option price must be equal to avoid an arbitrage opportunity.

This model is merely a simple prototype for more complex models that use more factors, or have more complex conditional-volatility structures. Assuming a factor structure for bond prices, it is an easy step to create a bond-option model where default-free bond prices follow a simple factor structure. By 1990, the several bond-option models then in existence were implemented in short order by major FIs on Wall Street.

The next step made the bold assumption that the same factor idea could be applied to corporate bonds that might default. An early model by Merton (1973) had demonstrated the basic idea. Using a comparison between a European stock option and a levered stock, he was able to price the levered stock with the Black-Scholes-Merton model. In turn, he was able, by assuming the Modigliani-Miller theorem, to deduce the value of the defaulting bond as a residual difference between the value of the firm and its equity value. This insight has spawned a whole battery of so-called "structural models" that extend this theory to price risky corporate debt. Various proprietary models have used structural models to price corporate debt.⁷

A second group of models—the "reduced-form" models (introduced by Jarrow and Turnbull 1995, and other theorists)—avoids describing the details of any firm's financial structure but models default and recovery as other factors in the evolution of the bond price. This type of model permits the extension of the default-free theory to allow for default as an additional random factor. Although simple in outline, the model can be extended in several ways; e.g., by allowing for additional information in bond ratings to add realism to the bond-pricing model. Given this structure, it is easy to use the replicating-portfolio idea to create a perfect hedge for any credit derivative that can be dreamed up. Once the replicating portfolio is created, the price of the derivative must, by the familiar arbitrage-free argument, be the portfolio price. Other variations of these models have been developed recently to deal with complex derivatives on credit risks, and counterparty risks.⁸

Both types of models, and their generalized versions, have been used extensively in the credit industry to model, price, and hedge credit instruments. In turn, the models have been modified to analyze collateralized debt obligations, mortgage-backed securities, and many variations that had allowed previously illiquid loans to be securitized and sold as part of larger packages or tranches via conduits or special-purpose vehicles. The underlying factor models used in this theory assume particular probability distributions over factors that explain default risk. Having created risk factors, specified joint-probability distributions, and made assumptions on the covariances between defaults of individual loans, a theoretical portfolio of loans can be created that reduces risks

via standard diversification arguments. This loan portfolio can then be sliced into tranches with increasing degrees of default risk. The safest tranche is modelled to be almost risk free; the second tranche (or mezzanine) has higher risk; and so on. The tranches can then be sold in packages of risk that mimic corporate bonds with different default risks or credit ratings.

In addition to an FI's trading, credit, and derivative risks, other risks can be incorporated into its risk-management system. In recent years, for example, there have been attempts to model operational risks. The idea is that some FI losses have been the result of errors in pricing, hedging, or processing information; employee fraud; computer system failures; acts of terrorism; and so forth. The evidence suggests that high-frequency small losses can be characterized with some degree of accuracy (e.g., small errors in entering data), but low-frequency, large losses (e.g., large-scale fraud or IT failure) are far harder to estimate; the FI must therefore rely on internal audits, backup systems, and other methods to reduce risks. The operational-risk models should be used with standard auditing and security practices to minimize the risks, given the costs of implementation. Other examples of risks that are hard to quantify are legal risks and reputational risks that can arise in trading complex securities.

Risk-Management Practice

Although the general theory outlined above appears straightforward, competent implementation requires judgment, experience, and knowledge of the pitfalls in using the models.⁹

To begin at the simplest level, consider the problem of the portfolio with equity one period ahead. Assuming a Gaussian or normal distribution factor model, the first step is to estimate the means and covariance matrix for the stocks. It is well known that the mean returns are measured with considerable error. The estimation of the covariance matrix will be sensitive to the choice of factors. Some methods use pre-specified variables; e.g., interest rates, industry returns, and stock indexes; others use principal-component analysis to derive implicit factors; and still others use copula methods.

A major drawback of these methods is that the estimation is based on time series and cross-sections

⁷ See Crouhy, Galai, and Mark (2001), and Caouette et al. (2008) for extensive discussions.

⁸ See Lando (2004) and Meissner (2005) for surveys of this literature.

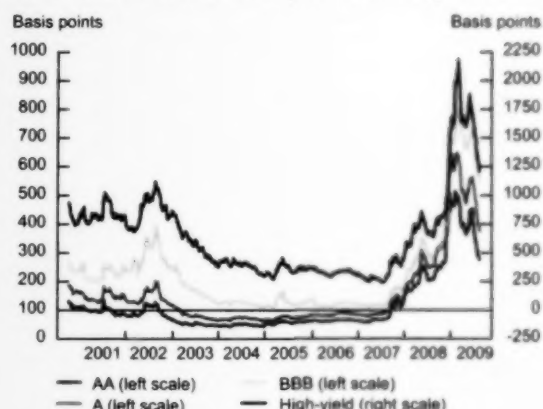
⁹ See Crouhy, Galai, and Mark (2001) and Jonion (2007) for discussions. See also Hellwig (2008) and Milne (2008a, b) for more detailed critical observations on risk-management theory and practice in the context of the credit crisis.

of historical data. Furthermore, estimates of covariance matrices that measure the correlations between financial variables are not stable over time. Statistical techniques that accommodate non-stationarity in these estimates use time-series econometric methods. By using moving averages or ARCH-GARCH estimation techniques, it is possible to estimate parameters, but some practitioners find these techniques too noisy and not sufficiently forward looking. They prefer forward-looking implied volatilities and covariances derived from derivative-pricing models. Sophisticated FIs modify the parameters, particularly mean estimates, by incorporating analyst estimates based on careful examination of information published by corporations and the financial services industry.

We can show some basic examples of rapid changes in financial variables that defy simple time-series modelling from past observations. A quick perusal of U.S. corporate bond spreads (measuring default risk) over time, show low spreads until mid-2007, followed by a large spike over the duration of the financial crisis (Chart 1). Similarly, we can see the large spike from mid-2007 in the yield spreads for investment-grade financial issuers (Chart 2). Finally, observe measures of volatility in basic stock and option indexes (Chart 3) that defy simple times-series modelling without resorting to various "regime-switching" formulations. (It is not obvious that these techniques would have helped in July 2008.)

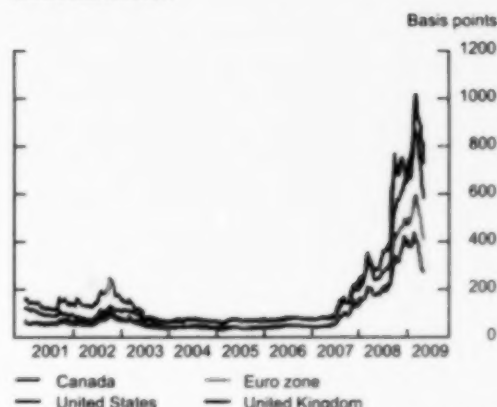
Derivatives based on stocks can be analyzed using variants of factor models where the net exposures will depend on the particular hedge and any residual risk. Because derivative models are approximations that

Chart 1: Yields on U.S. corporate bond spreads



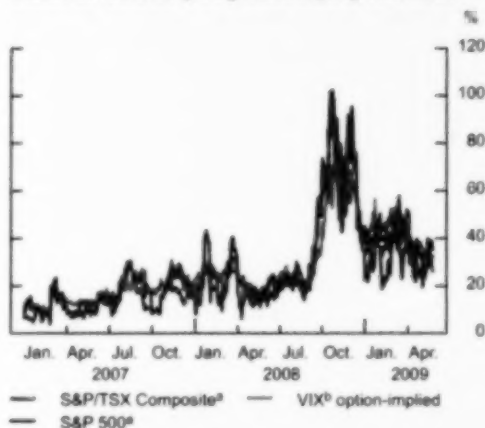
Sources: Bloomberg and Merrill Lynch Last observation: 25 May 2009

Chart 2: Yield spreads for investment-grade financial issues



Sources: Bloomberg and Merrill Lynch Last observation: 25 May 2009

Chart 3: Volatility in global equity markets



- The S&P 500 index and the S&P/TSX Composite index are based on 10-day historical volatility.
- The VIX is a measure of the implied volatility obtained from option contracts on the S&P 500 index.

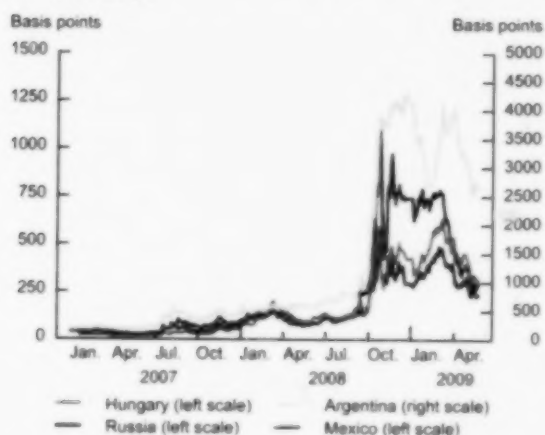
Source: Bloomberg Last observation: 25 May 2009

assume specific stochastic models for stock evolution, the approximate hedge will be sensitive to the number and type of stochastic factors (Brownian motion, jump process, variance gamma process, etc.) and the accuracy of the estimates of the distribution parameters. For exotic options (i.e., more complex functions of stock-pricing processes), the hedge can be very sensitive to the model assumptions and parameter estimates. Sensitivity analysis, which simulates such models using different stochastic processes, reveals that hedges can imply significant net exposures. Usually, competent risk management

limits such exposures, relying on imperfect correlations in the factors underlying each position to diversify the risks in the net exposure of the derivative portfolio. But in a situation of major market disruption, correlations can change rapidly, increasing in degree and destroying hedges, and can expose an FI to losses. In extreme cases, the losses can be very large, even forcing the FI into bankruptcy. For example, consider spreads on sovereign 5-year credit default swaps (Chart 4). Notice that until the crisis in 2007, the spreads are almost indistinguishable, but after the middle of 2007, and especially after mid-2008, the spreads jump and widen between countries, and become less correlated.

In exotic or complex derivative positions, lack of liquidity in the underlying securities can limit the effectiveness of hedge positions. If the underlying

Chart 4: Spreads on sovereign 5-year credit default swaps



security attracts significant transactions costs in trading, this complication should be incorporated into the hedging strategy to cover the costs of incomplete hedging. In many exotic derivatives markets, writers specialize and earn rents from their ability to hedge approximately. New entrants into these specialized areas should be wary that initial profits may disguise larger losses when prices move rapidly against them, or that sudden illiquidity in the underlying asset will make planned hedges very costly.

Similar problems confront traders in default-free bond markets. Models that use factors can be unstable over time. The estimation of parameters that corres-

pond to the term structure at any point in time can change in unpredictable ways, particularly in turbulent markets. For example, in 1998, Salomon Brothers (as related in Bookstaber 2007, Chapter 5) were using a model of the yield curve, the so-called two-plus model (two random factors plus a constant—with the constant signalling shifts in Federal Reserve policy). The model had worked well to produce a steady stream of arbitrage profits over several years. In 1998, these profits changed to a stream of losses as the fixed-income arbitrage group struggled with what seemed to be a change in the underlying model. It seemed that another random factor had appeared, leaving the group holding residual risks, which were causing large losses. The risk manager struggled to help the group, but in the end, it was shut down. The exit had to be disguised and undertaken over several weeks, since Salomon's large positions in the market were affecting bond liquidity and could entice arbitrageurs to exploit the company. The worst-case scenario would have occurred if Salomon's sales had driven down prices, leading other traders to dump bonds and driving prices even further down, thus exacerbating Salomon's losses. Bookstaber argues that this exit by Salomon's large bond-arbitrage group made the market less liquid and increased the difficulties faced by Long-Term Capital Management (LTCM) later in the year, when its bond-arbitrage position became untenable after the Russian bond default (another unmodelled risk).

Fixed-interest derivatives will clearly be affected by the underlying fragility of the bond/yield pricing model. If the model is misspecified, then hedging derivatives written on yields will imply residual risks. If the risks average out, then they can be contained. If they show persistent bias, then the model can lead to large losses unless swift risk-management action is taken to limit trades or change the model.

In all the above models, three major risks stem from model misspecification through either: (i) choosing the wrong number of random factors; (ii) inappropriate random factor distributions (e.g., normal, symmetric distributions rather than skewed distributions), and/or (iii) using poor parameter estimates for the coefficients or factor loadings on risky factors. These risks should be tested regularly by back-testing the models (looking for systematic deviations from the model using actual data), and checking the history of trades and the profit/loss outcomes on exposures. Because all models are merely approximations, losses and profits on exposures should be expected. In a well-specified and calibrated model, however, the history of profits and losses will expose biases. Any detected

biases should be examined, and appropriate action taken. Although this is easy to state as a general principle, in reality, the management and estimation of risks is far from perfect, especially in periods of high volatility, where correlations can change rapidly. New asset markets are particularly dangerous, in that they lack a long history of price data. A new financial instrument introduced in a bull market is especially risky, since statistical estimates may not include data from bear markets or volatile trading periods. This can lead to under-estimation of risks and to complacency in the risk-management system.

New asset markets are particularly dangerous, in that they lack a long history of price data.

Finally, we consider one of the most difficult markets to model effectively: the market for credit risks. We can model the short-term returns on risky bonds as a factor model. But, taking a longer-term view, bonds that have default risk can be modelled as a stochastic process where the bond prices depend on possible future default and the stochastic recovery rates. Because default can occur before the bond or loan expires, default becomes a strategic decision by the lender and the borrower. By using extra credit lines, a borrower can avert problems in paying the coupon or principal. Clearly, the astute lender will be aware of the borrower's net situation, collateral, other credit liabilities, etc. Furthermore, other lenders will be aware of any difficulties and will move to protect their loans. As is well known, borrowers with multiple creditors will initiate a strategic game where each player will act to protect their interests. Traditionally, banks, in lending to households or businesses, safeguard their interests by imposing collateral requirements and, in the case of large loans, through pre-emptive intervention and sophisticated workouts. Because default may be precipitated by bad luck or bad management, a single lender in a carefully managed workout can act to increase the value of its loan by taking actions within the confines of the bankruptcy code.

Credit derivative payoffs, hedging, and pricing will be sensitive to the specification of default and any strategic decisions by the defaulting firm or lenders. This effect has been observed recently in the United States, where strategic decisions on default and reinterpretations of the bankruptcy code are affecting the payoffs of credit derivatives.

With several lenders with different loan conditions, the workout is more complicated, since the interests of the lenders may diverge. For example, lenders with different seniority, collateral agreements, exposures through derivatives written on the borrower's debt, and so on can have very different responses to liquidation or other courses of action. A smoothly functioning workout requires legal and credit sophistication. The smaller the group involved, the easier it is, in general, to manage the workout. The more diverse and larger the group, the harder it will be to work together without generating mistrust and misunderstandings. Another factor is lenders who have been involved in previous workouts together. Lenders know that, in a recurring situation, taking a tough line in a current workout can rebound in retaliatory actions by other lenders in later workouts. The possibilities for gaming in repeated workouts, gaining reputations for toughness, etc. can lead to sophisticated play on the part of FIs. In turn, this can reduce the benefits to inexperienced lenders who are entrants in large loan markets.

Given these caveats concerning loan defaults, FIs run their loan books by using different models and procedures, depending on the type and scale of loan. Large loans are managed by using careful legal and credit analysis, with continual monitoring for signs of distress. Banks use in-house and proprietary models to analyze large loan or private bond exposures. These models may use detailed structural models as inputs to evaluate the firm's bond or, in the case of smaller loans, a reduced-form model may be used because it is not profitable to analyze the details of the firm. In reality, elements of both models are used, depending on the detail required. If the corporate bond is traded in a liquid market, the FI can use the market value to check its own valuation methods. But many corporate bond issues are illiquid, and constant marking-to-market is not an option, so that the FI must rely on its own valuations and outside credit-rating agencies.

Credit agencies specialize in evaluating corporate bonds and other credit instruments. Their evaluations use various models and data sources to give a bond a letter rating (AAA, AA, etc.) that reflects default risk and expected recovery rate. The agencies alter ratings infrequently, arguing that ratings should be "through the cycle." In other words, they do not use the most current data; the rating can lag until a major event triggers a changed rating. This lag has led to embarrassing situations in the past where large companies (e.g., Enron) have been in serious financial trouble and yet their bonds have been showing high

ratings. The current credit crisis has revived criticism of the accuracy, methods, and models of credit-rating agencies, and alleged perverse incentives in their rating of credit instruments.

Small loans (e.g., home mortgages, car loans, credit card loans) require different methods for evaluation. Because these loans are generally for small amounts, FIs have developed inexpensive credit-scoring systems that allow rapid evaluation of credit risks. By bundling large numbers of these loans and tracking their performance, the lender can create a portfolio for which, in "normal times," they can provide a reasonably accurate assessment of returns. To achieve an accurate valuation, there are several important caveats that must be taken into account.

First, the evaluation should draw a careful distinction between a healthy economy with low defaults for each risk class, and a recession, where default rates rise. In the latter case, default and recovery rates can alter rapidly, so that relatively safe loans can quickly become problematic loans. A loan book that looks healthy in normal times can become very risky in a recession. For example, observe the rapid changes in the level of provisions governing Canadian bank loans, which are required to deal with loan losses in previous and current recessions. These provisions vary over time, and in severity (Chart 5).

Loan books should be evaluated in normal times with normal time parameters and stress tested with recession-based parameters to check the exposures in a downturn. Unfortunately, evidence suggests that some FIs neglected to do this form of stress testing, either because they lacked sufficient time-series data, or they did not see the need to undertake such regular stress tests, because there was a perception in some quarters that monetary policy was making inflation-induced recessions a thing of the past.

Second, the FI should check the integrity of its lending and scoring systems. Because poorly designed incentive systems can lead to "loan-pushing" and collusion between loan officers and borrowers, the FI should be wary of adverse selection in its loan book. This process requires careful auditing and back-testing to check loan officer and credit histories. (This was a major failing in the originate-to-distribute model, where perverse incentives faced by mortgage originators increased default risks for the end lenders.) The FI should be wary that its highly rated loan portfolio may actually be of much lower quality, an occurrence that too often becomes apparent only in a general downturn.

Chart 5: Annualized specific provisions for Canadian bank loans



Source: Office of the Superintendent of Financial Institutions
Last observation: 2009Q1

Third, the loan book should recognize the interaction between interest rate changes and default risk. It is obvious that increases in interest rates can increase default rates and decrease recovery rates. Models of loan portfolios should include correlations between default risk, recovery rates, and interest rate risks. Whether these correlations are stable is another matter. The risk management should stress test the models to check the integrity of the system.

Fourth, given interest rate risk, loan portfolios will be open to prepayment risk where lower rates lead to prepayment of loans. If it is not modelled, prepayment will imply a fall in loan revenue when interest rates fall. Evidence from the 1980s and 1990s in the United States suggests that many consumers did not appear to take advantage of this prepayment option, but they have recently been much more aggressive in prepaying mortgages. Therefore, econometric models that rely on earlier data may be suspect.

Fifth, loan portfolios will face exposures on declines in asset prices. Falls in house prices, for example, will have a major impact on mortgage defaults when borrowers find their equity has vanished. This has been a very serious problem in the United States, given the extreme leverage on many mortgages (the so-called subprime problem). Similar risks occur in commercial real estate, where property valuations can decline rapidly in a downturn, exposing lenders to increasing default and recovery risks.

Sixth, other sources of borrower wealth and income can be impaired in a downturn, leading to difficulties in repaying loans. For example, rising unemployment in a region (the automobile industry is a good example) can lead to mortgage defaults. In addition, a regional

decline in an industry can have a negative impact on commercial loans so that commercial loan and mortgage defaults and recovery rates will be correlated.

Aggregation of Exposures

The FI can generate its consolidated return distribution by aggregating the loan, equity, trading, and derivative books, taking into account any correlations among the different books. In particular, model specification and parameter estimation are critical, but the model estimation should not be viewed in isolation from the rest of the risk-management system. This is especially true with credit risks, where default risk is sensitive to the incentives and actions of borrowers and other lenders.

The resulting estimated distribution of returns, especially the probability of losses of various degrees of severity, is examined, and the value at risk (VaR) calculated. Risk-management managers are well aware that the VaR measure is only as accurate as the estimated return distribution that has been generated. Furthermore, the VaR measure (which was originally motivated by assuming a normal distribution of returns on securities over a short horizon) can provide a biased measure of the risks faced by the FI if the distribution is not normal. Indeed, given the non-normal returns on defaulting bonds and widespread use of derivatives and other instruments, it should not be surprising that the loss tail of the aggregate distribution is not normal, but will be fat-tailed, or may even have large bumps owing to derivative exposures. In the case of banks and other regulated FIs, the reported distribution and VaR will be examined to see if they violate Basel II requirements (empirical rules of thumb as to the amount of capital that should be held by the FI to safeguard against default). Given the serious caveats discussed above concerning the generation of the return distribution, and the resulting VaR, we should be wary of the results and of any policy or regulatory actions based on the precision of such constructions.

Limitations in Banking and Risk-Management Theory and Practice

In the previous sections, the basic theory and practice of risk management were outlined, emphasizing hedging and the use of market valuations and derivatives. The theory that underlies these hedging and

pricing models assumes frictionless markets.

Although risk-management practice tries to grapple with market liquidity in an ad hoc fashion, the basic risk-management theory is founded on symmetric information and competitive market models. This familiar efficient-markets model, if taken literally, implies that markets are complete and Pareto optimal and that any financial structure or derivative security can be priced by arbitrage-pricing rules. What is more, any financial structure has a zero net present value. In this model, if asset markets are complete, the allocations are efficient, leaving no role for government intervention to repair any market inefficiency. The model can be modified to be more realistic (i.e., so that asset markets are incomplete), but then the allocation is generally no longer efficient. Furthermore, it is well known that the introduction of new asset markets acts as a second-best modification that can have perverse welfare results.¹⁰

Traditional banking theory assumes, however, that financial markets, and the market for loans especially, are far from perfect. Loan markets (and markets with counterparty risks) are plagued by various degrees of asymmetric information and the possibility of strategic behaviour by lenders, borrowers, competing FIs, and regulators. The lender tries to sort borrowers according to risk and to avoid adverse selection in acquiring bad loans. Lenders try to avoid moral hazard, where borrowers will be tempted into taking riskier investments, paying higher dividends, and so on after the loan contract has been signed. Well-funded FIs can predate distressed competitors. Regulators and FIs are locked in a strategic game where their current actions, or perceived strategies, can have significant effects on the current or future behaviour of FIs and regulators.

Modern banking theory has tried to explain the structure and performance of banks by appealing to their historic role in collecting deposits and lending those funds to firms, households, and branches of government. Recall that demand deposits are callable

10 This result appears counterintuitive. One would expect that increasing the number and type of traded assets would improve welfare. In a partial-equilibrium analysis where all other asset prices are fixed, this might appear correct. But in a general-equilibrium analysis with incomplete asset markets with multiple periods and commodities, and multiple agents, where all the effects are traced through agent responses and market prices adjust, etc., there are examples where (i) all agents are better off; (ii) cases where some agents can be made worse off, some better off; and (iii) in some extreme cases, all agents can be made worse off. If an agent in the economy controlled the introduction of the new asset market, then they would choose to introduce the asset only if it benefited themselves, but not necessarily other agents—they would be a monopolist. (For early discussions of these second-best results, based on asset-exchange economies, see Hart 1976, and Milne and Shefrin 1986. For a textbook discussion, see Magill and Quinzii 1996.) At a practical level, there have been allegations in the United States that the introduction of certain derivative products by some FIs have had a deleterious impact on traders in related markets.

by the depositor. If the deposits are invested in liquid markets and the bank has sufficient equity to remain solvent, there is no problem with withdrawals on demand. But if the deposits are in higher-yielding and illiquid assets, then the bank must have sufficient lower-yielding liquid assets to satisfy withdrawals. In a classic paper, Diamond and Dybvig (1983) showed that it is possible to have a bank run where depositors panic trying to liquidate ahead of other depositors. In addition, they showed that a stylized model of government deposit insurance can eliminate the run equilibrium. This basic model has been extended in many directions to provide a rich set of theories exploring the sensitivity of the result to real shocks and other modifications.¹¹ Indeed, the role of deposits is not crucial, and they can be replaced by liquid short-term loans. This variation of the model is far more appropriate to investment banks and to non-bank asset-backed commercial paper conduits that do not issue deposits but finance illiquid long-term investments with short- and medium-term borrowing. These models provide a series of related frameworks to analyze the discussion in Bagehot (1873) and a subsequent large and informal literature discussing banking instability and regulation. This informal (and later, the formal) theory has been used to justify bank regulation, central bank intervention, and public deposit insurance schemes. But as Allen and Gale (2007) argue, regulations should be targeted to solve particular market failures: Unless particular failures can be identified, regulations and interventions aimed at vaguely specified "banking instability" may do more harm than good.¹²

A recent example of such an intervention has been the various support mechanisms to large U.S. banks introduced by the U.S. Treasury and Federal Reserve. These subsidies to FIs have been deemed necessary for the stability of the financial system, supporting FIs that are "too big, or too interconnected, to fail." Some commentators argue that these FIs had a faulty business model that underestimated the risks inherent in credit markets. Because that business model failed, the FIs should have been forced to make an orderly exit from the market, and not had their businesses subsidized. The subsidies and precedents for future

subsidies will merely reinforce future moral hazard problems in regulating FIs.

Given the potential moral hazard inherent in insuring deposits (or other risky FI activities), government schemes require careful monitoring to contain the incentives of bank management to invest in risky loans that will increase default risk for depositors and, in turn, be passed on to the deposit insurance scheme. A private scheme would face the same problem. In principle, this is no different from the classic moral hazard problem facing bondholders or lenders in a levered firm. One reason given for having formal risk-management systems monitored by regulators in banks is to provide deposit insurance regulators with data to enforce capital requirements and to monitor and contain risks that would adversely affect their deposit insurance risks. These risks can be serious and amount to large sums: The Savings and Loans debacle in the United States is an historical example of the costs of loose regulation, perverse incentives for banks and regulators, and subsequent government bailouts.¹³

The Savings and Loans debacle in the United States is an historical example of the costs of loose regulation, perverse incentives for banks and regulators, and subsequent government bailouts.

Classical banking theory needs to be extended to deal with investment banking and other FI activity that does not rely on depositors. In this type of FI, the role of depositors is taken by short-term lenders operating through conduits and other structures. Although the model has some differences in detail, the basic story is very similar in that the FI is investing long and borrowing short. By creating off-balance-sheet entities, the FIs tried to reduce their exposures. But as recent events have demonstrated, the model failed spectacularly.

There is a fundamental problem with the theory of risk management. It is motivated by the efficient markets theory that is calibrated using sophisticated statistical methods. Alternatively, recent banking theory is motivated by small-dimension models (similar to the techniques used in modern industrial organization theory) where the complexity of the modern FI is

¹¹ See Freixas and Rochet (2008) and Allen and Gale (2007) for recent surveys.

¹² Allen and Gale observe that some liquidity crises can be misnamed. These liquidity "crises" may be optimal, depending on the source of the demand for liquidity and the structure of the financial market. If asset markets are competitive and complete, then liquidity demands by depositors can be efficiently accommodated by the private market and agents. But if asset markets are incomplete and/or uncompetitive and inefficient, then liquidity demands may imply inefficiency, and possible regulatory or central bank interventions may be justified. This is the ground for rationalizing liquidity intervention by central banks as a lender of last resort.

¹³ See Kane (1989); Stern and Feldman (2004); and Barth, Caprio, and Levine (2006).

characterized by a series of related, but not wholly consistent, models. Although this modern banking theory is highly instructive in exploring the subtleties of banking structures, it is not operational in the way that risk-management systems have been used by FIs. There is a clear gap between theory and practice in trying to have an operational theory that incorporates significant elements of the frictions we see in banking and other FIs and yet can be implemented using existing or obtainable data.

Risk-Management Systems: Problems in Modelling Liquidity and Other Systemic Risks

It has become apparent during the current crisis that financial risk-management systems have been inadequate in dealing with liquidity and other systemic risks.¹⁴ This is not just a matter of laxness on the part of banks or other FIs, but a serious deficiency in the basic theoretical models used in risk-management systems. Although there are attempts to add "liquidity" risks at the end of the risk-management analysis, these are an afterthought. Although we do have some simple theoretical models of asset markets, portfolio strategies, and asset pricing with various notions of illiquidity, these models would require much more work to integrate them into workable risk-management systems.

Illiquidity can be modelled in several ways. In the simplest formulation, it can be modelled by assuming a fixed bid-ask spread for the price of an asset. In other words, this approach assumes a more realistic situation, where traded assets have quoted (and different) bid and ask prices. This type of model introduces fundamental changes in asset-portfolio strategies where the bid-ask spread is modelled as part of the portfolio problem. Simple examples show that it will imply a more cautious use of illiquid assets and a greater holding of liquid assets in the face of more volatile liabilities. Other examples show that dynamic hedging of derivatives will imply approximate bands for derivative prices, rather than unique derivative prices obtained from conventional frictionless models. If bid-ask spreads can vary randomly and, in extreme cases, widen to such an extent that it is optimal not to trade in these situations, then ex ante optimal trading strategies will imply much more conservative behaviour.

¹⁴ This section draws on far more detailed and technical sections in Milne (2008b), which provides a bibliography of recent research in this area.

It has become apparent during the current crisis that financial risk-management systems have been inadequate in dealing with liquidity and other systemic risks.

A second notion of liquidity involves market depth, where the size of a trade can influence an asset price. Economists know that this phenomenon demonstrates market power on the part of the trader. Several recent papers have explored the consequences of market depth, theoretically and empirically. As a first step, consider a simple situation where an FI faces a liquid, riskless asset and an illiquid asset, where there is an underlying stochastic price process that will be affected by the FI's trades. Simple examples show that this problem is non-trivial to analyze, and can induce selling parcels of the asset over time, so as to avoid dumping the asset in a one-time fire sale. More complicated situations can be constructed when there are several illiquid assets, forcing the FI to choose which asset to liquidate, how much per period, and in which order. This problem involves a tricky analysis of dynamic portfolio rebalancing, owing to correlated risks and illiquidity.

A related but even more complex problem occurs when the FI is aware of other traders who can influence asset prices. To begin, consider two FIs that have simple portfolios of a riskless liquid asset and one risky illiquid asset. Assume that the risky asset has a residual demand coming from a large fringe of small traders. Economists recognize this model as a dynamic Cournot oligopoly model.¹⁵ Although the verbal description of the model seems simple enough, its analysis is far from straightforward. It is possible, for example, to construct situations where a distressed FI¹⁶ desiring to sell down the illiquid asset, will be front-run by their competitor (i.e. the competitor will sell the asset earlier than the distressed trader), thus driving down the price even further, before the competitor, exploiting the competitive fringe, buys back at a low fire-sale price. There are numerous variations on this story, some of which allow for strategic behaviour by an interventionist central bank. These strategic models are still in an elementary stage and require

¹⁵ The following discussion is a brief, informal exposition of the paper by Brunnermeier and Pedersen (2005). Recent research on strategic liquidity problems draws on the insights of this and more recent, related papers.

¹⁶ The distress can come from a variety of causes; e.g., mass withdrawals, major portfolio losses, binding VaR constraints, or margin calls that require portfolio rebalancing.

careful analysis to explore their many implications and deficiencies.

The oligopoly model of illiquidity can provide a convenient framework for exploring one source of systemic risk, where trades of one (or more) large FIs will affect asset prices and the wealth of other FIs. This pecuniary externality can affect a non-trading FI by reducing the value of its assets. If the asset price falls far enough, the non-trading FI may face VaR and/or margin constraints that will induce it to trade so as to rebalance its portfolio. As recent events have illustrated, if this phenomenon affects a number of FIs, it can induce a cascade of selling and further decreases in asset prices in a downward spiral.

Using this basic approach, it is not hard to see, in principle, how some types of systemic risks might be analyzed. The pecuniary externalities induced from trading in illiquid markets can spill over into the portfolio decisions of other FIs. Arguments that central bank intervention can be rationalized by attempts to reduce these price effects can be constructed.¹⁷ But such arguments should be explored carefully because FI behaviour will be influenced by potential regulatory intervention in illiquid markets, implying that FI strategies will economize on liquid balances, relying on expectations of substantial central bank intervention.

These are sketches of some simple ideas for modeling illiquid asset markets and the possibility of embedding them in a risk-management model. A bonus in this approach is that it will provide a framework for

analyzing possible market failures and, hopefully, allow the use of conventional microeconomic tools to analyze the effectiveness of appropriate policy instruments. For example, FIs will require knowledge of the aggregate behaviour of other FIs in the markets, if they are to model systemic risks in their risk-management systems. Regulators can play an important intermediary role in iterated stress-testing procedures to indicate possible feedbacks in asset prices from herd-like selling in certain asset markets. These types of regulatory intervention are at an early stage of development and require much more research and analysis.

Conclusion

In this article, I have outlined the complexity inherent in any modern risk-management system, which arises because there are shortcuts in the theoretical models. The professional risk manager must be aware of these simplifications and of the real dangers that flow from a mechanical application of the models. The problems are compounded by the difficulties in sensible calibration of model parameters. These are non-trivial problems that cannot be regulated away in any simple fashion. Furthermore, as has been indicated, systemic risks can be introduced by embedding the basic risk-management model of an FI within a market system or financial network. Far from being a novel problem, some (perhaps all) systemic-risk problems can be considered in the abstract as traditional market failures amenable to the tools of microeconomic analysis.

¹⁷ See Acharya, Gromb, and Yorulmazer (2008) for a recent example.

Literature Cited

- Acharya, V. V., D. Gromb, and T. Yorulmazer. 2008. "Imperfect Competition in the Inter-bank Market for Liquidity as a Rationale for Central Banking." CEPR Discussion Paper No. DP6984.
- Acharya, V. V., L. Pedersen, T. Philippon, and M. Richardson. 2009. "Regulating Systemic Risk." In *Restoring Financial Stability: How to Repair a Failed System*, edited by V. V. Acharya and M. Richardson, Chapter 13. Hoboken, NJ: Wiley.
- Acharya, V. V. and M. Richardson, eds. 2009. *Restoring Financial Stability: How to Repair a Failed System*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Allen, F. and D. Gale. 2000. "Financial Contagion." *Journal of Political Economy* 108 (1): 1–33.
- . 2007. *Understanding Financial Crises*. Oxford: Oxford University Press.

Literature Cited (cont'd)

- Bagehot, W. 1873. *Lombard Street: A Description of the Money Market*. New York: Scribner. Reprinted with foreword by P. L. Bernstein. New York: Wiley, 1999.
- Barth, J. R., G. Caprio, and R. Levine. 2006. *Rethinking Bank Regulation: Till Angels Govern*. New York: Cambridge University Press.
- Black, F. and R. M. Scholes. 1973. "The Pricing of Options and Corporate Liabilities." *Journal of Political Economy* 81 (3): 637–54.
- Bookstaber, R. M. 2007. *A Demon of Our Own Design: Markets, Hedge Funds, and the Perils of Financial Innovation*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Brunnermeier, M. K. and L. H. Pedersen. 2005. "Predatory Trading." *The Journal of Finance* 60 (4): 1825–63.
- Caouette, J. B., E. I. Altman, P. Narayanan, and R. W. J. Nimmo. 2008. *Managing Credit Risk: The Great Challenge for Global Financial Markets*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Crouhy, M., D. Galai, and R. Mark. 2001. *Risk Management*. New York: McGraw-Hill.
- de Larosière, J. 2009. Report to the European Commission by the High-Level Group on Financial Supervision in the EU. Brussels: The High-Level Group, February, <<http://www.ecb.europa.eu/home/html/search.en.html>>.
- Diamond, D. W. and P. H. Dybvig. 1983. "Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity." *Journal of Political Economy* 91 (3): 401–19.
- Financial Services Authority. 2009a. *The Turner Review: A Regulatory Response to the Global Banking Crisis*. London: FSA.
- . 2009b. "A Regulatory Response to the Global Banking Crisis." FSA Discussion Paper 09/2. Available at <http://www.fsa.gov.uk/pubs/discussion/dp09_02.pdf>.
- Freixas, X. and J.-C. Rochet. 2008. *Microeconomics of Banking*. 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hart, O. D. 1976. "On the Optimality of Equilibrium When the Market Structure Is Incomplete." *Journal of Economic Theory* 11 (3): 418–43.
- Hellwig, M. 2008. "Systemic Risk in the Financial Sector: An Analysis of the Subprime-Mortgage Financial Crisis." Preprint of the Max Planck Institute for Research on Collective Goods, 2008/43. Available at <http://www.coll.mpg.de/pdf_dat/2008_43online.pdf>.
- Jarrow, R. A. and S. M. Turnbull. 1995. "Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk." *The Journal of Finance* 50 (1): 53–85.
- Jorion, P. 2007. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, 3rd ed. New York: McGraw-Hill.
- Kane, E. J. 1989. *The S & L Insurance Mess: How Did It Happen?* Washington, DC: Urban Institute Press.
- Lando, D. 2004. *Credit Risk Modeling: Theory and Application*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Magill, M. and M. Quinzii. 1996. *Theory of Incomplete Markets*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Meissner, G. 2005. *Credit Derivatives: Application, Pricing, and Risk Management*. Malden, MA: Blackwell.
- Merton, R. C. 1973. "Theory of Rational Option Pricing." *Bell Journal of Economics* 4 (1): 141–83.
- Milne, F. 2003. *Finance Theory and Asset Pricing*, 2nd ed. Oxford: Oxford University Press.
- . 2008a. "Anatomy of the Credit Crisis: The Role of Faulty Risk Management Systems." C. D. Howe Institute Commentary No. 269.
- . 2008b. "Credit Crises, Risk Management Systems and Liquidity Modelling." Queen's University, John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy, Working Papers on Economic Policy No. 1.

Literature Cited (cont'd)

Milne, F. and H. M. Shefrin. 1986. "Information and Securities: A Note on Pareto Dominance and the Second Best." *Journal of Economic Theory* 43 (2): 314-28.

Stern, G. H. and R. J. Feldman. 2004. *Too Big to Fail: The Hazards of Bank Bailouts*. Washington, DC: Brookings Institution Press.

The Changing Pace of Labour Reallocation in Canada: Causes and Consequences

Danny Leung and Shutao Cao, *Canadian Economic Analysis**

- *The number of job gains and losses across firms in Canada each year is roughly one-fifth of the total number of jobs. The vast majority of this reallocation occurs within sectors (industries) rather than across sectors.*
- *The appreciation of the Canadian dollar and rising commodity prices led to above-average reallocation of labour across sectors over the 2005–08 period. The impact of this reallocation on productivity has been minor, however.*
- *Labour reallocation within sectors has been strongly related to productivity growth in Canada. Defining the key drivers of this type of reallocation remains an open question, one made more pertinent by the higher rates of reallocation and productivity growth in the United States than in Canada.*

Reallocation of resources is a widespread, constant phenomenon in a competitive economy characterized by substantial firm heterogeneity and buffeted by shocks at the firm, sector, and economy levels. To mention only two examples, soaring commodity prices and the sharp appreciation of the Canadian dollar caused labour to be reallocated during the 2002–08 period from most manufacturing industries to the extractive sector and to sectors producing non-tradables (Dupuis and Marcil 2008). The deregulation of the U.S. telecommunications sector triggered a marked increase in resource reallocation, with many new plants and firms entering this sector, inefficient ones exiting it, and market shares changing considerably (Bartelsman and Doms 2000).

Reallocation affects output and market shares as well as the various inputs in the production process—labour, capital, and materials. A key question for research has been whether, how, and to what extent labour reallocation has influenced the productivity performance of sectors and economies—in addition to the more direct impacts of capital deepening, innovation, and human capital development. With respect to output, Baldwin and Gu (2006) find that shifts in market shares across firms have contributed to about 70 per cent of the overall productivity growth in Canadian manufacturing over the 1979–99 period. With respect to capital, Cao (2008) estimates that an increased flow of productive capital across firms through changes in ownership could have significantly boosted aggregate U.S. labour productivity in the mid-1980s. With respect to materials, Bosworth and Triplett (2007) calculate that intermediate input reallocations across sectors (industries) would have raised aggregate productivity growth in the United States in the 2000–05 period after having depressed it considerably in the 1995–2000 period.

* Danny Leung's contribution to this article was made before his departure to Statistics Canada. The authors would like to thank Richard Dion and Bob Fay for their comments on earlier versions of this article.

As for labour reallocation, it has received much more attention at the aggregate level (i.e., shifts across sectors) than at the sectoral level (i.e., shifts across firms or plants). Yet the latter has considerably more potential than the former to affect aggregate economic performance. Indeed, decompositions of the economy-wide growth of labour productivity into i) within-sector productivity gains, and ii) gains owing to the reallocation of labour to sectors with higher productivity levels or growth, show that the effect of labour reallocation across sectors is minor and that gains largely originate within sectors. To the extent that productivity gains arise from labour reallocation across highly heterogeneous firms, such reallocation would be a significant contributor to aggregate productivity growth. One aim of this article is to report on recent research that attempts to shed light on this issue for Canada. Another aim is to report on recent results concerning the drivers of labour reallocation at the firm or plant level. If reallocation across firms matters for aggregate productivity growth—considering that information on this reallocation is available only after long lags—knowing how the drivers of this reallocation have recently evolved would inform judgment on its potential contribution to recent aggregate productivity growth.

The article is organized as follows. It first compares the pace of labour reallocation in Canada in recent periods to that experienced in the past. It looks not only at reallocation across sectors, but also at reallocation across firms, which dwarfs the movements across sectors. Second, it discusses the factors that may cause changes in the amount of reallocation across sectors and firms, and assesses the role of fluctuations in commodity prices and the exchange rate in accounting for changes in the pace of labour reallocation in Canada. Finally, since it is possible that the pace of reallocation could influence the pace of efficiency gains, the last section discusses the relationship between reallocation and productivity and presents some new Canadian evidence on the magnitude of this relationship.

Employment Reallocation in Canada

Reallocation across sectors

This section documents the evolution of sectoral reallocation in Canada over the 1987–2008 period. One common measure of the amount of employment reallocation across sectors is Lilien's sectoral shift measure (1982). Lilien's measure is the weighted average

of squared deviations of sectoral employment growth rates from the aggregate employment growth rate,

$$\sigma_t = \left[\sum_i^N \frac{E_{it}}{E_t} (\Delta \ln E_{it} - \Delta \ln E_t)^2 \right]^{0.5}, \quad (1)$$

where E_{it} is the employment level of industry i at time t , E_t is total employment in the economy at time t , and N is the number of industries. The measure sums to zero when all industries are growing at the same rate and gets larger as the employment growth rates of the industries become more varied. Alternatively, $\Delta \ln E_{it} - \Delta \ln E_t$ can be interpreted as the change in industry i 's employment share, so that Lilien's measure increases when changes in the employment shares become more varied across industries.

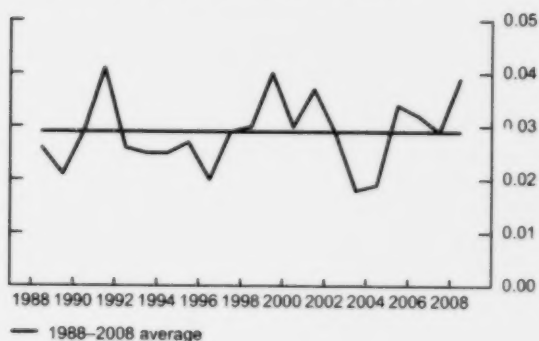
Cao and Leung (2009) calculate this measure using sectoral employment from the Labour Force Survey (LFS) for the 18 sectors of the total economy over the 1987–2008 period.¹ They find that the pace of reallocation was above average for the years 2005–08 (Chart 1). Negative employment growth in manufacturing contributed significantly to the elevated level of reallocation in each of those years; on average, it accounted for 36 per cent of total reallocation. On the other hand, strong growth in construction accounted for 13 per cent of the total dispersion over the whole period; above-average growth in the extractive sector contributed in 2005 and 2006; and a pickup in employment growth in public administration played a major role in 2008. These findings are consistent with the notion that the appreciation of the Canadian dollar and the rise in commodity prices in the 2005–08 period increased foreign competition and costs for the manufacturing sector; led directly to large employment gains in the extractive sector; and fuelled an improvement in the terms of trade and real domestic income that caused employment in certain non-tradable sectors, such as construction, to surge.

As rapid as the pace of sectoral reallocation has been in recent years, there have been years in which it has been almost as high, or higher. Chart 1 identifies three such years in the past two decades: 1991, 1999, and

1 These sectors are agriculture, forestry, fishing, and hunting; mining, oil and gas extraction; utilities; construction; manufacturing; wholesale trade; retail trade; transportation and warehousing; information and culture; finance, insurance, and real estate; professional, scientific, and technical services; management of companies and enterprises; administrative and support, waste management and remediation services; educational services; health care and social assistance; arts, entertainment, and recreation; accommodation and food services; other services; and public administration.

2001.² Commodity prices likely played a role in the increased pace of reallocation in 1999, but not in 1991 or 2001. The negative employment growth in the extractive and agriculture, forestry, fishing and hunting sectors, which accounted for roughly one-third of the dispersion in employment growth in that year, may be linked to weak commodity prices. Most of the dispersion in 2001 can be traced to the large drop in employment in agriculture, forestry, and fishing, which is likely related to the Canada-wide drought in that year. The increase in reallocation in 1991 can be attributed to the recession and the sharp decline in employment in both manufacturing and construction. The high level of dispersion in employment growth in 1991 is a prime example of the sensitivity of Lilien's measure to fluctuations in the business cycle, first pointed out by Abraham and Katz (1986).³

Chart 1: Lilien's Measure of Employment Reallocation across Sectors in Canada, 1988–2008



Source: Authors' calculations

Reallocation across firms

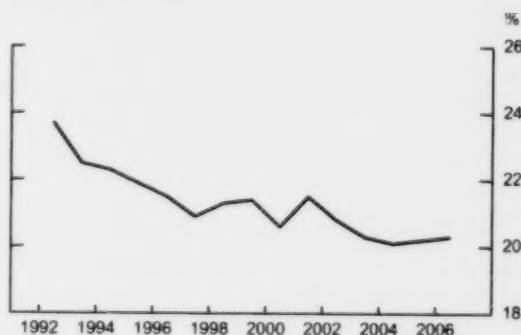
Firms vary greatly in their characteristics, even within a narrowly defined sector. Some firms—perhaps because of their size, the skill of their management, their production technology, the particular markets they serve, the reputation of their product, the special business relationships they have with suppliers and

credit suppliers, or their financial position—can deal better than others with shocks, such as a rapid appreciation of the Canadian dollar vis-à-vis the U.S. dollar. Thus, while sectoral or aggregate employment may be falling, employment at a particular firm may be expanding. This section documents the amount of this reallocation of employment across firms.

The net change in total employment equals the sum of new employment created across all firms that had increasing employment minus the sum of employment destroyed in all firms that had decreasing employment. "Total job reallocation" (as it is termed in the literature) is the sum of new employment created in all firms that had increasing employment plus the sum of employment destroyed in all firms that had decreasing employment (see Box). The job reallocation rate is total job reallocation expressed as a fraction of the stock of employment.

Cao and Leung (2009) calculate job reallocation rates using Canadian administrative data for the years 1992–2006 on firms with employees in the business sector.⁴ Compared with the measure of employment reallocation across sectors (Chart 1), the job reallocation rate does not exhibit much variability (Chart 2). It appears, however, to be declining slightly over time.⁵ This suggests that the amount of reallocation across firms is less likely to be driven by movements in the exchange rate and commodity prices, and more likely to be the result of structural/institutional factors such as deregulation, trade liberalization, and population aging.

Chart 2: Job Reallocation Rate within the Business Sector, 1992–2006



Source: Authors' calculations

- 2 Cao and Leung (2009) also use data from the Canadian Productivity Accounts to calculate a measure of the dispersion of growth rates of hours worked for 1962–2004 at a similar level of intersectoral disaggregation. They find that the peaks in intersectoral reallocation in the past two decades are comparable in size to those of the 1960s, 1970s, and 1980s, and that there is no long-term trend in the pace of intersectoral reallocation. However, using historical statistics, Sargent (2000) shows that there were much higher levels of reallocation in the 1921–60 period than in the post-1960 period.
- 3 The sensitivity of Lilien's measure to the business cycle diminishes its usefulness as a measure of permanent structural change because much of the decline in manufacturing and construction during a recession is often transitory and likely to reverse itself somewhat in subsequent years. Therefore, in this article, Lilien's measure is used in reference to the dispersion of employment growth or the pace of sectoral reallocation and not to the pace of structural change.

- 4 Cao and Leung (2009) use Statistics Canada's LEAP (Longitudinal Employment Analyses Program) data, which provide payroll and employment data for all firms with employees in the Canadian economy. The business sector is defined as all sectors less public administration, private households, and the public portions of education and health care.

- 5 Using firm-level data for the United States, Davis et al. (2008) show that, since the early 1990s, job reallocation rates have declined in the U.S. non-farm private sector.

Job Reallocation across Firms: Concepts and Definitions

The concept of job reallocation presented in this article is the same one used by the pioneers of the research in this area—Davis, Haltiwanger, and Schuh (1996). Let E_{ft} be the number of workers in firm f at time t and let $Z_t = 0.5(E_t + E_{t-1})$ be the two-year average of total employment. The *rate of job creation* is the sum of employment increases in all firms that had increasing employment divided by total employment:

$$c_t = \frac{\sum_{f \in S^+} \Delta E_{ft}}{Z_t}, \quad (1)$$

where S^+ is the set of firms that had increasing employment. The *rate of job destruction* is the sum of employment decreases in firms that had decreased employment divided by total employment:

$$d_t = \frac{\sum_{f \in S^-} |\Delta E_{ft}|}{Z_t}, \quad (2)$$

where S^- is the set of firms that had decreasing employment. Whereas the employment growth rate is $c_t - d_t$, the *job reallocation rate*, r_t , is $c_t + d_t$.

The job reallocation rate for a particular sector, r_u , is calculated in the same way, except that the sum includes only the firms in that sector. Furthermore, the weighted average of the sectoral job reallocation rates equals the aggregate job reallocation rate:

$$r_t = \sum_i \left(\frac{Z_{it}}{Z_t} \right) r_{it}, \quad (3)$$

where Z_{it} is the 2-year average of industry i 's employment.

The difference between the job reallocation rate and the employment growth rate is called the *excess job reallocation rate*, which is the amount of reallocation over and above the amount necessary to generate the net change in employment. For example, to have a net change of 1 in employment, all that is necessary is to have one firm creating one job, but that same net change in employment may have been the result of one firm creating 100 jobs and another firm destroying 99.

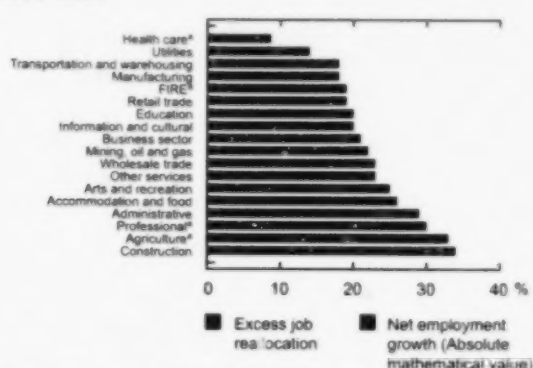
While there is not much variability in the job reallocation rates across time, there is substantial variability across sectors (industries) (Chart 3). Each bar in Chart 3 identifies the average job reallocation rate over the 1992–2006 period for the business sector and the 17 subsectors (based on the LEAP data). On average, the job reallocation rate for the business sector is 21 per cent—indicating that approximately one in five jobs in the economy is either created or destroyed each year. The rates for construction, agriculture (including forestry, fishing, and hunting), and professional services are much higher than the rate for the entire business sector. In these sectors, nearly one in

three jobs is created or destroyed each year. At the other end of the spectrum is health care, where less than one job in ten is turned over each year.

The job reallocation rate for the business sector is 21 per cent—indicating that approximately one in five jobs in the economy is either created or destroyed each year.

Chart 3 also breaks down the job reallocation rate for each sector into two parts: the absolute value of the sectoral employment growth rate and the “excess” job reallocation rate, which is the part of the overall rate that is over and above the amount necessary to bring about the net changes in employment. According to Chart 3, net changes in employment account for only a small fraction of the job reallocation rate in each sector. This indicates that the net employment changes across sectors discussed in the previous section represent only a small fraction of the reallocation of labour in the economy.

Chart 3: Average Job Reallocation Rate, by Sector, 1992–2006



a. Health care includes social assistance; FIRE = finance, insurance, and real estate; Professional includes scientific and technical; Agriculture includes forestry, fishing and hunting.

Source: Authors' calculations

Drivers of Reallocation

The evidence presented in the previous section suggests that the surge in commodity prices and the appreciation of the Canadian dollar were major factors in the increased reallocation of labour across sectors over the 2005–08 period. In this section, econometric evidence shows that this is indeed the case. The section also discusses more generally the factors that may cause the amount of reallocation across sectors and within sectors (across firms) to change over time.

Sources of reallocation across sectors

Changes in demand for labour across sectors are fundamentally driven by changes in the demand for the goods and services that each sector produces and the production technology each sector employs. Thus, as income increases with economic growth, the demand for goods and services that are relatively income elastic will tend to rise relative to other goods

and services, and the share of employment in the sectors that produce them will increase. As well, the evolution of technology generally favours the goods-producing sectors over the services sectors over time; both labour productivity and multi-factor productivity have risen more quickly in goods than in services.⁶ As a result, less labour is needed in the goods sector than in the services sector to produce the same quantity of output. The long-run decline of the employment shares of manufacturing and agriculture owes much to this biased technological change. Other factors affecting supply are more transitory but can nevertheless have an impact on measures of reallocation. The effect of the cross-Canada drought in 2001 is a case in point.

As noted earlier, shifts in the composition of demand across sectors can be related to the business cycle. Abraham and Katz (1986) noted that labour in certain goods-producing sectors, particularly manufacturing and construction, declines faster during a recession than in service-producing sectors. Shifts in the composition of demand could also be brought about by exogenous changes in relative prices faced by domestic consumers and producers. In Canada, such changes are often associated with movements in international commodity prices and the exchange rate.

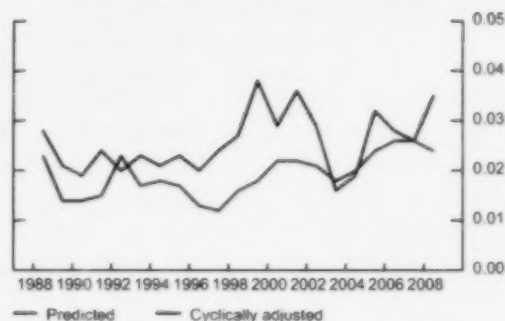
Cao and Leung (2009) evaluate the impact of changes in the real exchange rate and commodity prices on sectoral employment growth. Given the sensitivity of Lilien's measure to the business cycle, Cao and Leung (2009) first obtain an estimate of the business cycle and the sensitivity of each sector's LFS employment share to the cycle, following an econometric technique used in Rissman (1997). The changes in the employment shares of each sector that are not related to the cycle can be used to calculate a cyclically adjusted Lilien measure. The change in each sector's cyclically adjusted employment share is then regressed on the growth in the aggregate real exchange rate, the growth in the energy and non-energy components of the commodity price index in real Canadian-dollar terms, a lagged dependent variable, and a constant term.⁷ The employment shares predicted by the explanatory variables in each regression are then used to recalculate Lilien's measure of employment reallocation across sectors.

6 The Canadian Productivity Accounts show that, between 1961 and 2007, multi-factor productivity grew 47 per cent in the goods sector and declined 1 per cent in the services sector. Over the same time period, growth in labour productivity increased by 232 per cent in goods, but by only 49 per cent in services.

7 The real exchange rate and real energy prices often move together. However, the correlation between the growth rates of the two series over the study period was 0.25. Thus, there should be enough variation in the data to distinguish separate effects.

The cyclically adjusted Lilien measure is similar to the measure based on the raw data (Charts 1 and 4), with the most notable exception being the absence of a peak in reallocation during the 1991 recession in the cyclically adjusted measure. The Lilien measure using the employment shares predicted by the regression model is generally below the cyclically adjusted measure because not all the variability in employment shares is the result of changes in the exchange rate or commodity prices. On average, the regressions can account for 75 per cent of the cyclically adjusted dispersion of employment growth.⁸ As expected, just like the actual measure, the predicted measure of dispersion picks up after 2004. The appreciation of the dollar and the increase in commodity prices accounts for about half of the increase in the cyclically adjusted dispersion of employment growth since 2004.

Chart 4: Predicted and Cyclically Adjusted Measures of the Dispersion of Employment Growth



Source: Authors' calculations

Sources of reallocation across firms

Shocks to aggregate variables, such as exchange rates and commodity prices, can potentially cause reallocation across firms as well as sectors, since firms differ in their ability to adjust. Differences in managerial ability, size, financial health, relationship with credit suppliers, and markets served are among some of the factors that would affect how well a firm could adapt to shocks. Economic conditions are always in flux and thus would tend to continually drive reallocation across firms, but a larger effect would be expected when there are more rapid changes in economic conditions.

⁸ The predicted change in sectoral employment shares when there are no changes in either the exchange rate or commodity prices (i.e., the constant terms in the regressions) yields a predicted dispersion measure of 0.011, or 43 per cent of the actual dispersion, on average. This could be interpreted as the effect of long-run trends in the employment shares. Fluctuations in the exchange rate and commodity prices account for the remaining 32 percentage points explained by the regression model.

As mentioned in the first section, however, the job reallocation rate across firms appears to be smoother than the rate of sectoral dispersion of employment growth rates. This suggests that structural and institutional factors that change more slowly may be at work. Using data on U.S. manufacturing firms, Davis, Haltiwanger, and Schuh (1996) show that excess reallocation decreases with firm size, age, and average wage. They also suggest that reallocation rises with trade exposure, but do not find any supporting evidence. Smaller and younger firms are more likely to fail than older and larger ones, but at the same time their growth potential is also large. The dampening impact of high wages on reallocation occurs because higher wages reflect, in part, higher levels of human capital. In particular, they may reflect specific human capital, skills that are not easily transferable. Both workers and firms benefit from this specific capital, and so their relationship is likely more durable than in cases where skills are fully transferable. Finally, greater trade exposure implies that firms are faced with another set of potential shocks, which in turn, would lead to more variability in employment.

The job reallocation rate across firms appears to be smoother than the rate of sectoral dispersion of employment growth rates.

Cao and Leung (2009) examine the relationship among sectoral rates of excess job reallocation, the percentage of employees working in large firms in the sector, the level of human capital in the sector,⁹ trade exposures at the sectoral level, the aggregate real exchange rate, and the energy and non-energy components of the commodity price index. They find that the level of human capital and the aggregate real exchange rate are not statistically significant.¹⁰ Higher commodity prices are found to lower job reallocation rates. Perhaps increases in these prices raise the income of Canadians and reduce the profit pressures on firms enough to slow the rate at which less-profitable and productive firms are replaced by more-profitable and productive ones. The strong increase in commodity prices in recent years cannot account for

⁹ The average age of employees and the percentage of employees with university degrees are used as proxies for the level of human capital.

¹⁰ The statistical insignificance of age also suggests that the decline in job reallocation is not related to population aging.

the decline in reallocation, however, because much of this decline occurred in the 1990s.

Cao and Leung (2009) also find, as predicted, that firm size and import competition are related to job reallocation rates, but that neither can account for the decline in the job reallocation rate over time. Import competition has been rising over time and, after a period of decline, the percentage of workers employed in firms with more than 500 employees has been stable since 1997.

Firm size and import competition are related to job reallocation rates, but neither can account for the decline in the job reallocation rate over time.

In summary, while several factors that affect the job reallocation rate have been identified, no one factor can account for the decline in the rate. This fall may be associated with the "Great Moderation," the decline in the volatility of aggregate growth in gross domestic product (GDP) since the mid-1980s that has occurred in a number of OECD countries (Summers 2005).¹¹ However, the factors behind the Great Moderation are still being debated.

Implications for Aggregate Output and Productivity

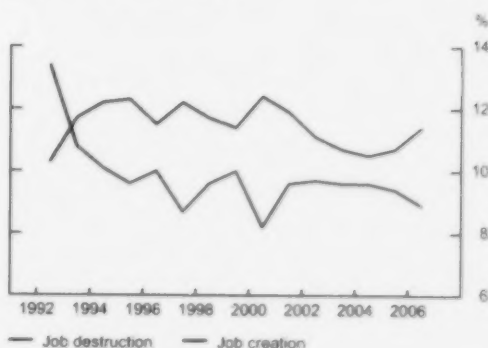
Old plants and firms are continually being replaced by new ones that introduce updated products and production processes. An entire class of models (e.g., Aghion and Howitt 1992) uses this notion of creative destruction—the term coined by Schumpeter (1942)—and the reallocation of resources that goes with it, to explain economic growth. In this section, the efficiency of the labour reallocation process in Canada is first discussed. This is followed by a review of various studies examining the effects of labour reallocation.

Efficiency of the reallocation process

Caballero and Hammour (1998) characterize a poorly functioning process of labour reallocation as one that exhibits sclerosis and unbalanced restructuring. The first characteristic refers to the amount of reallocation;

the second, to timing. With respect to the amount of reallocation, Balakrishnan (2008) finds that Canada's rate of job reallocation was 2 percentage points (roughly 10 per cent) lower than that in the United States over the 1993–2004 period. Although not highlighted by Balakrishnan, it is perhaps even more disconcerting to note that the correlation he finds between job creation and job destruction is positive (0.49) for the United States, but negative (0.57) for Canada (see also Chart 5). When shocks cause job destruction to increase in the United States, the pace at which workers are absorbed by expanding firms and sectors also increases, albeit at a slower pace. In contrast, when job destruction increases in Canada, job creation also becomes more sluggish, thereby slowing the needed redeployment.

Chart 5: Rates of Job Creation and Job Destruction in Canada, 1992–2006



Source: Authors' calculations

More rigidities in the labour market in Canada than in the United States may be one reason behind the Canada–U.S. differences in labour adjustment. The supporting evidence for this argument is far from compelling, however. Grady and Macmillan (2007), for example, review the literature on interprovincial labour mobility in Canada and conclude that substantial barriers do not exist. Furthermore, while employment protection legislation in Canada is more stringent than in the United States (OECD 2004), Kuhn (2000) argues that the difference is negligible.

A slower pace of labour adjustment in Canada may also reflect more product market rigidities or greater difficulties in obtaining small business financing.

¹¹ The Great Moderation in the United States is also associated with declining rates of job reallocation. See Davis et al. (2006), and Balakrishnan (2008).

A slower pace of labour adjustment in Canada may also reflect more product market rigidities or greater difficulties in obtaining small business financing. Indeed, the finding that the difference in Canada–U.S. job reallocation rates is the result of fewer reallocations associated with the birth and death of firms in Canada leads Balakrishnan (2008) to suggest that differences in product market rigidities play an important role. In this regard, there is evidence that anti-competitive product market regulation is somewhat more prevalent in Canada than in the United States (Conway et al. 2006). The slower rate of firm turnover and, by implication, labour adjustment could also be the result of greater difficulties in obtaining small business financing in Canada. Leung, Meh, and Terajima (2008) find, for instance, that small and medium-sized firms in Canada rely less on loans from financial institutions than their counterparts in the United States. However, this could indicate either less need for, or less availability of, credit in Canada. As a general conclusion, the sources of slower labour adjustment in Canada need to be investigated further.

Impact of the labour reallocation process

The models of creative destruction suggest that the effect of labour reallocation on output and productivity must be positive, but this is not necessarily the case. In the short run, the adjustment costs of redeploying workers from declining sectors and firms to expanding sectors and firms could impede output and productivity growth. Since sector- or firm-specific skills might not be transferable, workers new to the firm or sector need training. To quantify the effect of adjustment costs on aggregate output, Tapp (2007) builds a multi-sector model where firms can incur training costs to increase the skill of their workers. This match-specific skill is lost, however, if the worker leaves the firm. Tapp (2007) finds that, when calibrated to Canadian data, the cost of reallocating labour across sectors following a shock that mimics the one experienced by Canada in recent years is 3 per cent of aggregate output in the first year following the shock. The full adjustment takes five years.

As pointed out by Haltiwanger (2002), even over longer time periods, it is incorrect to assume that jobs are always reallocated from less-productive firms or sectors to more-productive ones. For example, in their analysis of the impact of trade liberalization on the manufacturing sector in Canada, Baldwin and Gu (2004) find that firms that became exporters achieved higher rates of labour productivity growth by increasing their product specialization and exploiting the benefits of longer production runs, while at the same time

decreasing their labour inputs. This suggests that the impact of labour reallocation on output and productivity is an empirical question in the sense that it is conditioned by measures taken by firms.

Many studies use accounting approaches to determine the impact of labour reallocation on aggregate labour productivity. In these accounting decompositions, shifts in labour increase aggregate productivity if labour is reallocated to firms or sectors with higher-than-average levels of productivity or growth. The effects of adjustment costs are not explicitly considered. To the extent that adjustment costs affect the growth of labour productivity in the short run, accounting exercises that decompose a change in aggregate productivity over a short period would be more likely to show that the effect of reallocation is negative. This is because the rates of labour productivity growth of sectors with rapidly expanding employment are likely being adversely affected by adjustment costs. Decompositions over a longer period are more likely to abstract from adjustment costs.

Using an accounting approach, Dupuis and Marcil (2008) show that the purely accounting effect of the recent labour reallocation across sectors has been positive, but small, accounting for approximately 7 per cent of labour productivity growth in the business sector over the 2003–07 period.¹² In contrast, Baldwin and Gu (2006) show that labour reallocation across firms accounted for roughly 35 per cent of labour productivity in manufacturing in Canada in the 1989–99 period.¹³

Analysis similar to that of Baldwin and Gu (2006) cannot be carried out for a larger segment of the Canadian economy because the necessary firm-level data are not readily available. To obtain an estimate of the impact of labour reallocation across firms on the aggregate economy, Cao and Leung (2009) regress sectoral labour productivity (*LP*) growth rates for the 17 sectors shown in Chart 3 on each sector's excess job reallocation rates. In addition to the reallocation rate, each sector is allowed to have a different average growth rate and a different sensitivity to the economic

12 Sharpe, Arsenault, and Ershov (2007) use an accounting methodology to examine the impact of interprovincial migration on labour productivity growth and find that it accounted for 4 per cent of trend growth in 2006.

13 Baldwin and Gu (2006) also show that the importance of reallocation is increased if output is considered, rather than labour reallocation. They argue that the rise and decline of firms that underlies the reallocation of labour across firms is associated with competition in the product market, not the labour market. So, to isolate the effect of the competitive process, it is more appropriate to focus on changing output shares than on labour shares.

cycle, where the cycle is proxied by the change in the aggregate unemployment rate (UE):

$$\Delta \ln(LP_{it}) = \sum_i \alpha_{0i} + \alpha_1 (r_{it} - |c_{it} - d_{it}|) + \sum_i \alpha_{2i} \Delta UE_t + e_{it} \quad (2)$$

They find that the coefficient on excess job reallocation is 0.14 and statistically significant. This implies that the difference of two percentage points between excess job reallocation rates in Canada and the United States accounts for 0.3 percentage points of the Canada–U.S. difference in labour productivity growth rates.¹⁴ This is significant, considering that the growth of U.S. labour productivity was, on average, 0.7 percentage points higher than Canada's over the 1993–2004 period studied by Balakrishnan (2008). In interpreting the relationship uncovered by the above regression, it is important to keep two points in mind. First, it can be argued that faster technological progress can lead to more reallocation within a sector because firms vary in their ability to adapt to changes in their environment. Thus, one reason why such a strong relationship is found is that causality is running in both directions. Second, the finding by no means implies that reallocation, in and of itself, is a source of productivity growth for firms. New and surviving firms must be taking actions to increase their productivity performance, such as adopting new technologies and increasing capital intensity, in order for their performance to be better than that of the firms they are replacing. Reallocation across firms is a process that promotes productivity gains at the sectoral and aggregate levels, but not at the firm level.

Conclusion

The reallocation of labour across sectors has picked up in recent years. A large part of this pickup can be traced to the appreciation of the Canadian dollar and rising commodity prices. The impact of this intersectoral reallocation on labour productivity is minor, however. In contrast, the most recent data show a slowing or stabilization of labour reallocation across firms. This seems to be at variance with the sharp movement in relative prices since 2003, which would be expected to intensify the amount of reallocation, not decrease it. The gradual nature of the decline suggests that structural and/or institutional factors may be at work, but that these factors have not been identified. With regard to the impact of labour reallocation across firms, it is found that it generates substantial labour productivity gains in manufacturing and the business sector as a whole.

Overall, the response of the Canadian labour market to the appreciation of the dollar and the sharp increase in commodity prices showed that Canada does have relatively flexible labour and product markets. There is still room for improvement, however. Further research must be undertaken to understand the differences in the pace of job reallocation between Canada and the United States and the negative correlation between job creation and destruction in Canada. Developing a greater understanding of these areas is important because of the role that reallocation of resources across firms plays in the productivity performance of the country.

14 As mentioned above, Balakrishnan (2008) finds that the U.S. job reallocation rate is 2 percentage points higher than the Canadian rate over the 1993–2004 period. A portion of this U.S.–Canada difference can be accounted for by Balakrishnan's inclusion of data from the public administration sector in the Canadian data, although it is excluded from the U.S. data. Cao and Leung (2009) show that removing public administration cuts the U.S.–Canada difference in job reallocation rates by 0.25 to 1.5 percentage points. However, net employment growth was stronger in Canada than in the United States; the U.S.–Canada difference in net employment growth was roughly -0.5 percentage points. Since excess job reallocation is job reallocation minus net employment growth, the U.S.–Canada difference in excess job reallocation is approximately 2 percentage points.

Literature Cited

- Abraham, K. G. and L. F. Katz. 1986. "Cyclical Unemployment: Sectoral Shifts or Aggregate Disturbances?" *Journal of Political Economy* 94 (3): 507-22.
- Aghion, P. and P. Howitt. 1992. "A Model of Growth through Creative Destruction." *Econometrica* 60 (2): 323-51.
- Balakrishnan, R. 2008. "Canadian Firm and Job Dynamics." IMF Working Paper WP/08/31.
- Baldwin, J. R. and W. Gu. 2004. "Trade Liberalization: Export-Market Participation, Productivity Growth and Innovation." Statistics Canada Economic Analysis (EA) Research Paper Series No. 027.
- . 2006. "Competition, Firm Turnover and Productivity Growth." Statistics Canada Economic Analysis (EA) Research Paper Series No. 042.
- Bartelsman, E. J. and M. Doms. 2000. "Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata." *Journal of Economic Literature* 38 (3): 569-94.
- Bosworth, B. P. and J. E. Triplett. 2007. "The Early 21st Century U.S. Productivity Expansion Is Still in Services." *Brookings Institution International Productivity Monitor* (14): 3-19.
- Caballero, R. J. and H. L. Hammour. 1998. "The Macroeconomics of Specificity." *Journal of Political Economy* 106 (4): 724-67.
- Cao, S. 2008. "A Model of Costly Capital Reallocation and Aggregate Productivity." Bank of Canada Working Paper No. 2008-38.
- Cao, S. and D. Leung. 2009. "Labour Reallocation, Relative Prices, and Productivity." Bank of Canada Working Paper. Forthcoming.
- Conway, P., D. de Rosa, G. Nicoletti and F. Steiner. 2006. "Regulation, Competition and Productivity Convergence." OECD Economics Department Working Paper No. 509.
- Davis, S. J., R. J. Faberman, J. C. Haltiwanger, R. Jarmin, and J. Miranda. 2008. "Business Volatility, Job Destruction and Unemployment." NBER Working Paper No. 14300.
- Davis, S. J., J. Haltiwanger, R. Jarmin and J. Miranda. 2006. "Volatility and Dispersion in Business Growth Rates: Publicly Traded versus Privately Held Firms." NBER *Macroeconomics Annual* 21.
- Davis, S. J., J. C. Haltiwanger, and S. Schuh. 1996. *Job Creation and Destruction*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dupuis, D. and P. Marcil. 2008. "The Effects of Recent Relative Price Movements on the Canadian Economy." *Bank of Canada Review* (Autumn): 43-53.
- Grady, P. and K. Macmillan. 2007. "Inter-Provincial Barriers to Labour Mobility in Canada: Policy, Knowledge Gaps and Research Issues." Paper prepared for the Human Resources and Social Development Canada-Industry Canada Roundtable Internal Trade: Opportunities and Challenges," held in Ottawa, 30 March. Available at <<http://www.ic.gc.ca/eic/site/eas-aes.nsf/eng/ra02044.html>>.
- Haltiwanger, J. C. 2002. "Understanding Aggregate Growth: The Need for Microeconomic Evidence." Department of Economics, University of Maryland.
- Kuhn, P. 2000. "Canada and the OECD Hypothesis: Does Labour Market Inflexibility Explain Canada's High Level of Unemployment?" In *Adapting Public Policy to a Labour Market in Transition*, 177-210, edited by W. C. Riddell and F. St-Hilaire. Montréal: Institute for Research on Public Policy.
- Leung, D., C. Meh, and Y. Terajima. 2008. "Are There Canada-U.S. Differences in SME Financing?" Bank of Canada Working Paper No. 2008-41.
- Lilien, D. M. 1982. "Sectoral Shifts and Cyclical Unemployment." *Journal of Political Economy* 90 (4): 777-93.

Literature Cited (cont'd)

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2004. "Employment Protection Regulation and Labour Market Performance." In *OECD Employment Outlook 2004*, 61-125. Paris: OECD.
- Rissman, E. R. 1997. "Measuring Labor Market Turbulence." Federal Reserve Bank of Chicago *Economic Perspectives* 21 (3): 2-14.
- Sargent, T. C. 2000. "Structural Unemployment and Technological Change in Canada, 1990-1999." *Canadian Public Policy* 26 (Suppl 1): S109-S123.
- Schumpeter, J. A. 1942. *Capitalism, Socialism, and Democracy*. New York: Harper and Brothers.
- Sharpe, A., J.-F. Arsenault, and D. Ershov. 2007. "The Impact of Interprovincial Migration on Aggregate Output and Labour Productivity in Canada, 1987-2006." *International Productivity Monitor* 15: 25-40.
- Summers, P. 2005. "What Caused the Great Moderation? Some Cross-Country Evidence." *Economic Review* Federal Reserve Bank of Kansas City, (Third Quarter): 5-32.
- Tapp, S. 2007. "Lost in Transition: The Costs and Consequences of Sectoral Labour Adjustment." Queen's Economics Department Working Paper No. 1142.

BoC-GEM: Modelling the World Economy

René Lalonde, *International Economic Analysis Department*, and Dirk Muir, *International Monetary Fund*

- *Worldwide economic developments, including the integration of large and rapidly growing economies, global current account imbalances, the recent significant movements in commodity prices, and the global financial crisis that began in 2007, need to be viewed from a consistent global perspective to determine their impact on the Canadian economy.*
- *To meet this need and to complement its existing tools, Bank of Canada staff developed BoC-GEM, an adaptation of the Global Economy Model, initially developed at the International Monetary Fund and the New York Federal Reserve.*
- *BoC-GEM divides the world into six regions, including Canada. The oil and non-energy commodity sectors, which are important for the Canadian economy, are also explicitly modelled.*
- *Bank staff use BoC-GEM for an array of applications that need to be tackled in a global and multi-sector framework. Among recent examples are the current financial crisis and the effect of the announced fiscal stimulus packages in many economies.*
- *Ongoing work focuses on introducing financial frictions and a banking sector to BoC-GEM.*

The Bank of Canada has a rich history of modelling, focusing mainly on the economies of Canada and the United States.¹ With the increasing global openness to trade in goods, services, and financial assets; the integration of large and rapidly growing economies such as China and India; the emergence of global current account imbalances; the recent large movements in the price of oil and other commodities; and the current global recession, it is necessary to view the external environment from a consistent global perspective.

To meet this need, Bank of Canada staff adopted the Global Economy Model (GEM) created at the International Monetary Fund (IMF) and the New York Federal Reserve. Like ToTEM, the Bank's main policy-analysis and projection tool for the Canadian economy, GEM is a dynamic stochastic general-equilibrium model, and is a representative-agent model with a fully optimizing framework based on microfoundations and multiple sectors of production. All markets are modelled with explicit demand and supply curves, so that all prices are endogenous. As a multi-region model, GEM includes the entire world economy and explicitly models all bilateral trade flows and relative prices, including exchange rates. GEM is capable of analyzing both large-scale global issues and country-specific issues.

Bank staff have adapted GEM to the Bank of Canada's needs by incorporating three major extensions:

- (i) Canada is included as a separate region, and the country composition of the other regional blocs is different from the composition in the original GEM;

¹ See Murchison and Rennison (2006) for a description of ToTEM, the Bank of Canada's model of the Canadian economy, and Gosselin and Lalonde (2005) for a description of MUSE, the Bank of Canada's model of the U.S. economy.

- (ii) Oil and non-oil commodities sectors are included and, consequently, the prices of oil and non-oil commodities are endogenous; and
- (iii) the calibration incorporates the views of Bank staff and the properties of the Bank's models of the Canadian and U.S. economies (ToTEM and MUSE, respectively).

Because of its composition, BoC-GEM can be used to analyze issues specific to Canada or issues elsewhere in the world, and model how they will affect Canada either directly or indirectly through effects on another country, such as the United States.

With its flexible and adaptable structure, BoC-GEM is a powerful platform for research. Recent topics include the causes and effects of the surge in oil prices between 2002 and 2006 (Elekdag et al. 2008); the consequences of a possible increase of protectionism (Maier 2008); the global impact of U.S. fiscal policy (Flood 2008); the impact of the recent stimulative fiscal policies in many economies (Lalonde, de Resende, and Snudden 2009); and the optimal choice of monetary policy regime in a multi-country framework (Coletti, Lalonde, and Muir 2008).

BoC-GEM can be used to analyze issues specific to Canada or issues elsewhere in the world, and model how they will affect Canada.

Bank staff also use BoC-GEM to generate risk scenarios around the base-case staff economic projection for questions that need a global and/or a multi-sectoral perspective, such as the recent financial turbulence and a possible boom-bust scenario in emerging Asia (see Lalonde, Maier, and Muir 2009). Results from BoC-GEM can also be used to validate or test assumptions underlying the staff economic projection, including the equilibrium price of oil, the reasons for the increase in commodity prices between 2002 and 2007, the evolution of global imbalances, and the geographic distribution of the depreciation of the U.S. real effective exchange rate.

In addition, BoC-GEM is used to analyze global risks to financial stability: Bank staff recently used BoC-GEM to build the macroeconomic scenario for stress testing the Canadian banking system as part of the IMF's Financial Stability Assessment Program. It is important to note that BoC-GEM was used to calcu-

late the effects of U.S. shocks on Canadian macro variables such as real gross domestic product (GDP) and that these variables were brought into a separate model of the Canadian financial sector for stress testing. In doing so, and in light of the recent financial crisis, it became evident that the financial sector in BoC-GEM needed to be enhanced to improve the model's ability to tackle financial stability issues. To address this issue, Bank staff are currently developing a version of BoC-GEM that includes financial frictions on firms and a banking sector for each of its regions. This version of the model will make it easier to simulate shocks originating from financial markets and will also take into account the role of financial frictions in the propagation of any shock.

In this article, we describe the structure and functioning of BoC-GEM. The first section describes the structure of the model. Following this, recent research and analysis based on BoC-GEM are outlined, along with key insights developed from this work. We conclude with a discussion of the lessons learned over the past four years and a look at future plans.

The Bank of Canada's Global Economy Model: BoC-GEM

BoC-GEM comprises six regional blocs: Canada, the United States, emerging Asia, Japan, a commodity-exporting bloc, and the remaining countries. Emerging Asia includes China, India, Hong Kong Special Administrative Region of China, the Republic of Korea, Malaysia, the Philippines, Singapore, and Thailand. The commodity-exporting bloc includes the largest exporters of oil and non-oil commodities—the Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC), Indonesia, Norway, Russia, South Africa, Australia, New Zealand, Argentina, Brazil, Chile, and Mexico. The remaining-countries bloc includes all the other countries in the world. This effectively means the members of the European Union, since Africa has a very small economic footprint.

The entire BoC-GEM can be thought of as a system of demand, supply, and pricing functions. Each of the six regions is modelled symmetrically and consists of the following:

- firms that produce raw materials and intermediate and final goods and that demand labour from domestic consumers;
- liquidity-constrained and forward-looking consumers who consume final goods (composed of

domestic and imported components) and who supply labour inputs to firms;

- a government consisting of a fiscal authority that consumes non-tradable goods and services, financed through taxation or borrowing; and
- a monetary authority that manages short-term interest rates to provide a nominal anchor for the economy.

Five sectors produce goods from capital and labour and other factors. The five sectors are non-tradable goods (i.e., non-financial services); tradable goods (financial services and durable, semi-durable, and non-durable goods); oil and natural gas; non-oil commodities; and heating and automobile fuel. Special emphasis is placed on oil and natural gas and on other commodities because the Canadian economy is dependent on the production and export of these goods, and their prices can be volatile, since they are determined largely by global demand and supply. The production of each sector is assumed to be monopolistically competitive; i.e., firms can still enter and exit the market because each firm's goods are slightly different from those produced by its competitors. Each firm is therefore able to set a price above its marginal cost, permitting a markup.

*Each region includes five sectors:
non-tradable goods, tradable goods, oil
and natural gas, non-oil commodities,
and heating and automobile fuel.*

Each region has firms that produce oil by combining capital, labour, and crude oil reserves. Oil is also combined with labour and capital to produce gasoline. Oil and other commodities can be traded across regions and are further combined with capital and labour to produce tradable and non-tradable goods. There are three intermediate goods: heating and automobile fuel, tradable goods, and non-tradable goods, all of which are combined to form a final consumption good. Tradable and non-tradable goods are also combined to form a final investment good.

In terms of international trade, all bilateral flows (across regions) of exports and imports of oil, commodities, and tradable goods for consumption and investment are explicitly modelled as demands for imported goods from specific regions. Internationally traded net foreign assets are assumed to be deno-

minated in U.S. dollars. External imbalances are bounded by the assumption that regions are targeting a specific ratio of net foreign assets to GDP. The cost of holding an excess balance of assets puts upward pressure on the regions' bilateral real exchange rate for the U.S. dollar (also determined by a standard condition of uncovered interest rate parity). This leads to a decrease in the current account in the short run, eliminating the external imbalances. There is also an explicit link between the level of government debt and the level of net foreign assets, meaning that the representative agent in this model is non-Ricardian. There are further non-Ricardian elements in BoC-GEM; i.e., some consumers are subject to liquidity constraints, and the government raises revenues through distortionary taxation on labour income, capital income, and (possibly) tariffs on imports.

Depending on the region, the monetary authority targets core inflation (defined as the consumer price index excluding gasoline prices), headline CPI inflation, or a fixed nominal exchange rate in order to achieve an objective related to price stability (or price certainty) with a standard reaction function.

To match the persistence observed in the data, the model includes real adjustment costs and nominal rigidities that are allowed to differ across regions. We assume real adjustment costs in capital, investment, labour, and imports. The model also assumes the presence of large adjustment costs in the production of, and demand for, oil and commodities. Combined with a fixed factor of production (oil reserves and land), these real adjustment costs ensure that the price elasticities of demand for oil and commodities are very low (demand and supply are very inelastic) over the short and medium terms (one to five years). For instance, if the global demand for oil increases (e.g., through a permanent productivity shock in Asia), the demand for oil over the first couple of years will move along a very steep supply curve. We will observe a substantial increase of the price of oil, but only a negligible increase in the global production of oil. In the long run, the supply of oil will gradually increase, and part of the initial rise in the price of oil will be reversed.

Since the model also assumes no product differentiation in the oil market, the global price of oil moves uniformly in response to all shocks. The model relies on similar assumptions for the commodities sector but allows for more product differentiation and lower real adjustment costs than in the oil sector.

Finally, nominal rigidities are introduced in setting wages and prices of tradable and non-tradable

Box 1

Calibrating BoC-GEM

Because of the large and complex nature of the model, a full estimation of its parameters is not yet feasible. The model must therefore be calibrated, using a strategy that relies on multiple sources of information. First, we calibrate the broad features of the six regions using data relating to such factors as the relative importance of bilateral trade flows of oil, commodities, and tradable goods; the relative importance of the components of aggregate demand; the geographical distribution of oil reserves; the relative importance of each sector in the economies; and so on.

Next, to calibrate the model's parameters, we begin with the values of parameters used for previous work on GEM (e.g., Laxton and Pesenti 2003; Bayoumi, Laxton, and Pesenti 2004; Faruqee et al. 2007). We also rely on previously published work for particular economies. Some examples include:

- Canada: Murchison and Rennison (2006) using ToTEM, the Bank of Canada's projection and policy analysis model for Canada; Perrier (2005)
- Euro area: Coenen, McAdam, and Straub (2008) using the NAWM (New Area-Wide Model), the European Central Bank's DSGE model; de Walque, Smets, and Wouters (2006)
- United States: Gosselin and Lalonde (2005) using MUSE, the Bank of Canada's model of the U.S. economy; Brayton et al. (1997) for FRB/US, the Board of Governors of the Federal Reserve System's model of the United States; Erceg, Guerrieri, and Gust (2005a, 2005b) for the SIGMA DSGE model; Juillard et al. (2006)

Finally, Coletti, Lalonde, and Muir (2008) show that the two-country version of BoC-GEM is able to replicate fairly well the key features of Canadian and U.S. data.

goods. For the oil and commodities sectors, we assume perfect flexibility of prices. The strategy we followed to calibrate the model is described in Box 1.

Recent Applications

In this section, we outline some examples of recent research and analysis that employ BoC-GEM, along with the key insights of this work.² We begin with an overview of applications to monetary policy and issues concerning the real economy and then examine an application to questions of financial stability.

Monetary policy and issues in the real economy

The oil sector in a global economic framework: The surge in oil prices between 2002 and 2006

Using a version of GEM that includes Canada and a global oil market and is almost identical to BoC-GEM, Elekdag et al. (2008) analyze the causes and effects of

the increase in the price of oil observed between 2002 and 2006.³ Tight supply conditions, in combination with strong productivity growth and an increase in oil intensity both in production and consumption in emerging Asia (that are broadly consistent with the data) can account for a large share of the magnitude and persistence of the oil-price increase. Nevertheless, by itself, higher demand from emerging Asia does not seem to explain all the recent increases in the price of oil observed during that period. Supply-side factors and speculation also seem to play a role.

In research by Lalonde and Muir (2007), BoC-GEM demonstrates that the impact of an oil-price increase on the different regions of the global economy depends on two key factors:

- distinguishing between movements in the demand for oil (i.e., strong economic growth in emerging Asia) and in the supply of oil (i.e., a supply restriction similar to the one experienced following the 1973 oil-price shock); and
- whether the region is a net oil importer (e.g., the United States) or a net oil exporter (e.g. Canada).

² For a detailed description of the properties of the model in response to stylized shocks, see Lalonde and Muir (2007).

³ Their model is a precursor of BoC-GEM.

To illustrate these points, consider a permanent increase in productivity in emerging Asia, where firms can produce goods at lower cost, which will exert downward pressure worldwide on the price of tradable goods. In turn, this will lead to positive wealth effects for all regions, which induces a global increase in consumption and output. On the other hand, in order to produce more goods and take advantage of their productivity gains, firms in emerging Asia increase their demands for inputs of production, including oil. Given that the oil supply is subject to strong real adjustment costs, there is a substantial, persistent rise in the global price of oil. For commodity importers like the United States, this creates a negative wealth effect that, over the near term, roughly cancels out the positive wealth effect induced by the fall in the price of other imported tradable goods. Therefore, in the short run, U.S. output and consumption are barely affected. For a commodity exporter such as Canada, the increase in the price of oil induces a positive wealth effect, reinforcing the positive wealth effect linked to the fall in the prices of tradable goods. Canadian output and consumption therefore increase immediately.

Strong productivity growth and an increase in oil intensity in emerging Asia can explain a large share of the oil-price increase observed between 2002 and 2006.

If we consider instead an increase in the price of oil as a result of supply restrictions by the commodity-exporting regions, the positive wealth effect associated with an increase in productivity in emerging Asia is absent. The main propagation mechanism in the world economy is the wealth effect associated with the increase in oil prices, which is negative for commodity importers and positive for commodity exporters. U.S. output therefore falls over the first few years of simulation. In Canada, consumption is increasing, but Canada's net exports are falling because of the U.S. slowdown; the fall of exports dominates the wealth effect. Canadian GDP therefore falls slightly, as opposed to increasing under an oil-price shock caused by higher productivity in emerging Asia.

Emerging Asia's impact on food and commodity prices: How should central banks respond?

Lalonde, Maier, and Muir (2009) examine the sharp increase in the price of oil and food observed between 2007 and mid-2008 and argue that economic developments over this period suggest at least three sources of uncertainty. First, it is not clear whether the run-up in commodity prices during the period is driven by supply disruptions, by strong demand for commodities, or both. Second, to assess the medium-term outlook for commodity prices, assumptions about the sources of the strong demand for commodities are required. Assuming that demand for commodities is driven, at least in part, by strong growth in emerging Asia, a possible explanation is that commodity prices have risen sharply in recent years in response to higher-than-expected potential growth in that region. This implies a permanently high demand for commodities, and that commodity prices can be expected to stay at elevated levels. An alternative interpretation is that the strong demand for commodities is due, at least in part, to a temporary demand shock in emerging Asia ("overheating"). If this is correct, there should be a swifter moderation in commodity prices when the demand shock unwinds. A third source of uncertainty is the speed with which central banks worldwide react to the rising inflationary pressures. At some point, rising inflation should lead to tighter monetary policies, which could result in a slowing of the global economy. This could prompt a relatively sharp drop in prices for energy and non-energy commodities.

In this study, Lalonde, Maier, and Muir (2009) build two globally consistent scenarios in which stronger-than-expected oil and food prices are caused by supply factors and a shift of world economic activity, from a less oil-intensive economy (the United States) to a more oil-intensive economy (emerging Asia). In the base case, it is also assumed that the demand for commodities from emerging Asia is driven by large and persistent permanent productivity gains. The alternative scenario assumes that the demand for commodities is strong because of a temporary positive demand shock in emerging Asia and that oil and food prices exhibit higher volatility. In Canada, there are higher inflationary pressures in the short term, even in core inflation, and relatively higher volatility in inflation, output growth, and the real exchange rate, reflecting relatively more-volatile commodity prices. There are higher global inflationary pressures, since the engine of emerging Asia's

economic growth is excess demand, which leads to a global increase in the prices of tradables. This is in contrast to the large productivity gains in the base case, which result in falling global prices for tradables, thereby mitigating inflationary pressures coming from higher demand and prices for energy and commodities.

A possible resurgence of protectionism

An increase in protectionism is possible in the current environment of global imbalances and fixed exchange rate regimes pursued by a number of countries in emerging Asia. Lalonde and Muir (2007) explore two scenarios. The first relies on the trade literature, which suggests that increases in tariffs by one region against another will benefit the region that imposes the tariff but harm the targeted region—a “beggar-thy-neighbour policy.” Past experience (particularly with the Great Depression) has shown that this type of policy eventually escalates into a worldwide tariff war, and theory (and practice) demonstrate that everyone loses with such an outcome. BoC-GEM confirms the damage that would be caused by a global tariff war, using a multilateral increase in tariffs of 10 per cent to illustrate the point.

In a second case, Lalonde and Muir (2007) assume that the North American Free Trade Agreement (NAFTA)—or at least the Canada–U.S. portion of it—survives unscathed and that Canada and the United States increase tariffs only against the other three regions (commodity-exporting countries, emerging Asia, and other countries). In this case, we see a difference for Canada and the United States, as GDP falls by less in both regions than under the generalized tariff war. This is particularly the case for Canada (a fall of 0.9 per cent of GDP versus a fall of 3.5 per cent without NAFTA). Consequently, maintaining NAFTA would be a good way for Canada to protect its economy from most of the negative effects of a global resurgence of protectionism. This result is linked mainly to the large proportion of Canadian exports to the United States and to some substitution towards Canadian goods in the American market, as tariffs are raised against the other regions.

According to BoC-GEM simulations, maintaining NAFTA would be a good way for Canada to protect its economy from most of the negative effects of a global resurgence of protectionism.

The same issue is explored from a different angle in Maier (2008), who investigates whether policy-makers actually have incentives to implement protectionist policies. Specifically, this study asks whether the United States could trigger a “wave of protectionism”—a series of actions whereby countries impose import tariffs on each other to retaliate for previous protectionist actions—if it introduces tariffs on imports from emerging Asia. The study evaluates the economic consequences of tariffs and explores the conditions under which policy-makers in each region have incentives to impose them. Maier (2008) distinguishes between “benevolent” and “myopic” policy-makers: While benevolent policy-makers focus on long-term economic growth, myopic policy-makers care about short-term considerations (e.g., an upcoming election).

Benevolent policy-makers are not likely to adopt protectionist policies, since the long-term gains for countries adopting tariffs are small, if not negative. Tariffs on imports trigger an appreciation of the real exchange rate, leading to a fall in the exports of the protectionist country. The key finding is that countries will likely hurt themselves in the long run by adopting protectionist policies. Given the short-term economic benefits, however, there is some scope for myopic policy-makers to exploit political gains. Thus, the possibility of a wave of protectionism cannot be completely excluded.

The global impact of U.S. fiscal policy

BoC-GEM can also be used to investigate the global implications not only of U.S. trade policy but of its fiscal policy as well. Flood (2008) examines the global macroeconomic implications of the expiration of tax relief from the Alternative Minimum Tax (AMT) at the end of the 2007 tax year and the expiration in 2011 of the Bush administration’s tax cuts. The author also examines the impact of the expected increase in expenditures under entitlement programs relating to population aging and escalating health care costs.

The expiration of previously enacted tax cuts in the United States imposes short-run costs on the economy. The increase in tax revenues is assumed to allow the government to reduce its level of debt in the long run, however, thereby permitting the U.S. economy and the rest of the world to benefit from the reduction in government borrowing as real interest rates decline, and stimulating global economic growth. The rest of the world also benefits from a redistribution of wealth linked to a partial reversal of global current account imbalances that is associated with the decline in U.S. government debt.

Nonetheless, the U.S. economy is facing a challenging period ahead as its population ages and expenditures on entitlement programs and health care rise rapidly over the coming decades. Since the increase in federal revenues associated with the expiration of previously enacted tax cuts is not nearly large enough to finance the expected increase in entitlement-program spending, a rise in government debt will crowd out economic growth in the United States and abroad. This suggests that the economic damage associated with the expected spending increases might be avoided by adjusting policy through some combination of a decrease in program spending and an increase in program revenues. The sooner these policy adjustments are completed, the smaller will be the negative economic impact of the expected debt-financed increases in entitlement-program spending.

The global impact of the recent fiscal stimulus

Most countries responded to the current global recession by implementing fiscal stimulus policies, with the United States, Japan, and China using particularly large stimulus packages. Lalonde, de Resende, and Snudden (2009) use BoC-GEM to examine the impact on the world economy of the fiscal stimulus policies announced by different countries. The authors also compare the effect of purely domestic fiscal stimulus with that of synchronized global fiscal stimulus. For each region, the authors consider two alternatives: (i) the fiscal shock occurs only in the domestic economy, with no fiscal stimulus in the remaining five regions of the world; and (ii) fiscal shocks occur simultaneously in all regions. Each region-specific fiscal stimulus is decomposed into reductions in labour income tax and in the tax on corporate profits, increases in government purchases of investment and consumption goods, increases in government services, increases in personal transfers, and increases in general and targeted lump-sum transfers.

The fiscal shocks are calibrated to mimic the actual profiles of the announced stimulus packages in different regions, based on information from the Organisation for Economic Co-operation and Development. The impact of the stimuli is magnified by accommodative monetary policy in response to the global recession and by the lower bound on interest rates. The main results are as follows:

- Simultaneous fiscal stimulus has a peak effect on the level of the world's GDP of close to 2 per cent.

In the United States, the peak effect is close to 3 per cent. The timing of these peak responses is highly uncertain.

- All regions benefit from a globally coordinated fiscal stimulus relative to a purely domestic stimulus. The distribution of gains across regions depends on each region's trade patterns.
- Regions that have net import positions of investment and consumption goods will have higher leakages into imports from domestic stimulus, and negative terms-of-trade shocks from the synchronized fiscal stimulus packages. In addition, net exporters of crude oil and commodity goods experience positive terms-of-trade shocks under coordination, since oil and commodity prices rise by 40 per cent and 7 per cent, respectively.

All regions of the world benefit from a globally coordinated fiscal stimulus relative to a purely domestic stimulus. The distribution of gains across regions depends on each region's trade patterns.

For any given region, the potential gains from synchronized global fiscal stimulus depend negatively on the size of its economy and on the size of the domestic fiscal stimulus, and positively on the proportion of tax cuts in the overall stimulus and on its degree of openness to trade.

Choosing the optimal monetary policy regime in a multi-country framework

The Bank of Canada has recently embarked on a research program to examine inflation targeting versus price-level targeting. Coletti, Lalonde, and Muir (2008) use a Canada–United States, two-sector (tradable and non-tradable goods) version of BoC-GEM to address some open economy questions regarding the optimal choice for Canada—inflation targeting or price-level targeting. From the perspective of Canadian monetary policy, the authors attempt to answer three questions:

- In a multi-country framework, and with the object of reducing the variance of inflation and the output gap, which is the “optimal” Canadian monetary policy framework—inflation targeting or price-level targeting?

- When facing terms-of-trade shocks, is it optimal to target inflation or the price level?
- Does the "optimal" regime in Canada depend on the policy regime chosen by the U.S. Federal Reserve?

Using economic data in combination with the model, the authors identify 23 different historical Canadian and U.S. shocks and use a stochastic simulation methodology to identify a simple monetary rule that minimizes the combined variances of inflation and the output gap under either inflation targeting or price-level targeting. Given the historical distribution of shocks and the calibration of the model, targeting the price level gives a slightly better macroeconomic outcome than targeting inflation. The authors also conclude that shocks that induce a negative correlation between inflation and the output gap (price/wage markup and labour supply shocks) favour an inflation-targeting regime; shocks that generate a positive correlation between inflation and the output gap (productivity and demand shocks) favour price-level targeting. The variance of the Canadian terms of trade is dominated by the latter category of shocks. Price-level targeting therefore provides a better macroeconomic outcome for shocks affecting the terms of trade. Finally, the U.S. choice of monetary policy framework does not affect the choice of the "optimal" monetary policy framework in Canada.

The U.S. choice of monetary policy framework does not affect the choice of the "optimal" monetary policy framework in Canada.

Financial stability questions

BoC-GEM has also been applied to financial stability questions at the Bank. To date, these projects have taken the form of macro-financial stress testing, the purpose of which is to assess the resilience of a segment of the financial system in the face of "rare but plausible" events that have either resulted in vulnerabilities in the past or could do so in the future. The events considered are typically a collection of shocks (incorporated into a macroeconomic model such as BoC-GEM) to form a macroeconomic scenario, with the objective of assessing the impact of such a scenario on a set of financial institutions. The impacts on the balance sheets of the financial institutions are modelled using a secondary set of models.

Since BoC-GEM does not yet explicitly model the financial sector or the effects of equity wealth and housing wealth on consumption, we have created a modified version of the model that tries to replicate these effects. First, we introduced an exogenous spread between the corporate and the risk-free interest rate. Second, we relied on shocks to consumption to replicate the wealth effects of a decline in equity or housing prices. In the future, we will incorporate the financial sector effects into BoC-GEM directly.

The first example of the use of the modified BoC-GEM for the purpose of assessing financial stability took place in 2007, when Canada's financial system was the subject of a Financial Sector Assessment Program (FSAP) update. (The FSAP is a joint IMF-World Bank program aimed at helping countries to identify vulnerabilities in their financial system and to determine needed reforms.) Among other things, Canada's 2007 FSAP update included a stress-testing component.⁴

The modified BoC-GEM was first used to assess financial stability in 2007, when Canada's financial system was the subject of a Financial Sector Assessment Program update.

The stress test was based on a macroeconomic scenario, generated by BoC-GEM, of a disorderly adjustment of global imbalances brought about by a downward revision to expectations of productivity growth in the United States. The scenario originated in the historically high rate of trend labour productivity growth experienced in the latter half of the 1990s and the early 2000s in the United States. As expectations of long-term labour productivity growth in the United States were gradually revised upward to 2 per cent and higher, perceived rates of return on U.S. investments were boosted. This led to increased investment demand as well as increased capital inflows and a stronger U.S. dollar. In addition, expectations of higher permanent incomes led to an increase in consumption and a drop in the savings rate. All of these factors led to a rise in imports and an expansion of the U.S. current account deficit (Ferguson 2005).

⁴ See Coletti et al. (2008) for an outline of the complete methodology, including the macroeconomic scenario, and further modelling of the financial sector.

In this scenario, it is assumed that expectations of a permanent rise in the growth of labour productivity in the United States are overly optimistic. Economic agents revise their expectations for future productivity growth down to 1.1 per cent per year for the next 10 years. The resulting downward revision to permanent income growth and to expected rates of return on investment leads to a retrenchment in demand, which offsets the decline in the growth in the economy's productive capacity. Increased economic uncertainty also causes declines in consumer and business confidence, leading to a retrenchment in consumption and investment expenditures. Heightened uncertainty is also assumed to lead foreigners to sell off U.S.-dollar assets, causing a rapid depreciation in the U.S. dollar. The resulting deterioration in the balance sheets of consumers and firms leads to a significant rise in the risk spread, further magnifying the economic slowdown. The growth of Canadian trend labour productivity is also assumed to slow to about 0.8 per cent over the next 10 years. As in the United States, a similar but smaller fall in consumer and business confidence is assumed to occur in Canada. Canadian commercial interest rate premiums

also rise as a result of the economic downturn and this further exacerbates the weakness in Canadian GDP growth.

Taken as a package, the shocks are extremely large by historical standards. In the United States, the recession embodied in the scenario is even more severe than that experienced in 1981–82. All of these factors, including the recession in the United States, an appreciated Canada–U.S. real exchange rate, falling world commodity prices, the downward revision of expectations for the growth of domestic trend labour productivity, losses in domestic consumer and business confidence, and the rise in domestic financial risk premiums, lead to a significant recession in Canada. In terms of cumulative output loss, the domestic recession embodied in the scenario is about one-third larger than the recession of 1990–91.

Lessons from the Past and Future Developments

BoC-GEM is a very useful tool to tackle a broad range of issues pertinent to the current economic context,

Box 2

Introducing a Financial Sector into BoC-GEM

To introduce a financial sector into BoC-GEM, we explicitly use the framework developed in Dib (2009), in which two types of heterogeneous banks offer different banking services and interact in an interbank market. Loans are generated using interbank borrowing and bank capital, which satisfies the banks' capital requirement. With their monopoly power and the capacity to set nominal deposit and loan prime rates, banks optimally choose their portfolio compositions and may endogenously default on interbank borrowing and bank capital.

This framework allows two types of financial frictions to be modelled. First is the channel for corporate balance sheets (Bernanke, Gertler, and Gilchrist 1999)—commonly referred to as the BGG financial accelerator channel—which represents the demand side of credit markets. For lending banks to learn the net worth of the firm requesting funds, they must incur auditing costs, which drive up the real return that firms pay on their loans. As the net

worth of the firm decreases, the amount of auditing required goes up, thereby increasing the risk premium demanded by bank shareholders. Second, the supply side of credit is modelled using bank balance-sheet channels. In this case, the banks' behaviour directly affects the supply of credit through the following channels: (i) bank capital and price expectations for bank capital; (ii) monopoly power in setting nominal interest rates (subject to nominal rigidities) for deposit and lending, which imply moving spreads over business cycles; (iii) the optimal choice of the banks' portfolio composition between interbank lending and holdings of risk-free assets; (iv) the optimal choice of the bank leverage ratio, subject to bank capital requirements; (v) the default-risk channel that arises from endogenous strategic or necessary defaults on interbank borrowing and/or bank capital; and (vi) the marginal cost of raising external bank capital. In addition, central banks can inject liquidity into lending banks using open market operations.

such as the recent movements in commodity prices and the adjustment of global imbalances. International linkages are well defined by bilateral trade and exchange rates, and a broad range of terms-of-trade and wealth effects are explicitly modelled, as are the prices of commodities and tradable goods. By using BoC-GEM, especially for issues in emerging Asia and the Financial Sector Assessment Program, Bank staff have been able to identify two main areas of the model that need improvement. The first is the financial sector, which can be enhanced by introducing financial

frictions and a banking sector. The goal is to introduce a broader set of financial shocks into the model, and to allow financial accelerators to amplify the effect of all the shocks included in the model. Box 2 describes the new financial sector in BoC-GEM in more detail.

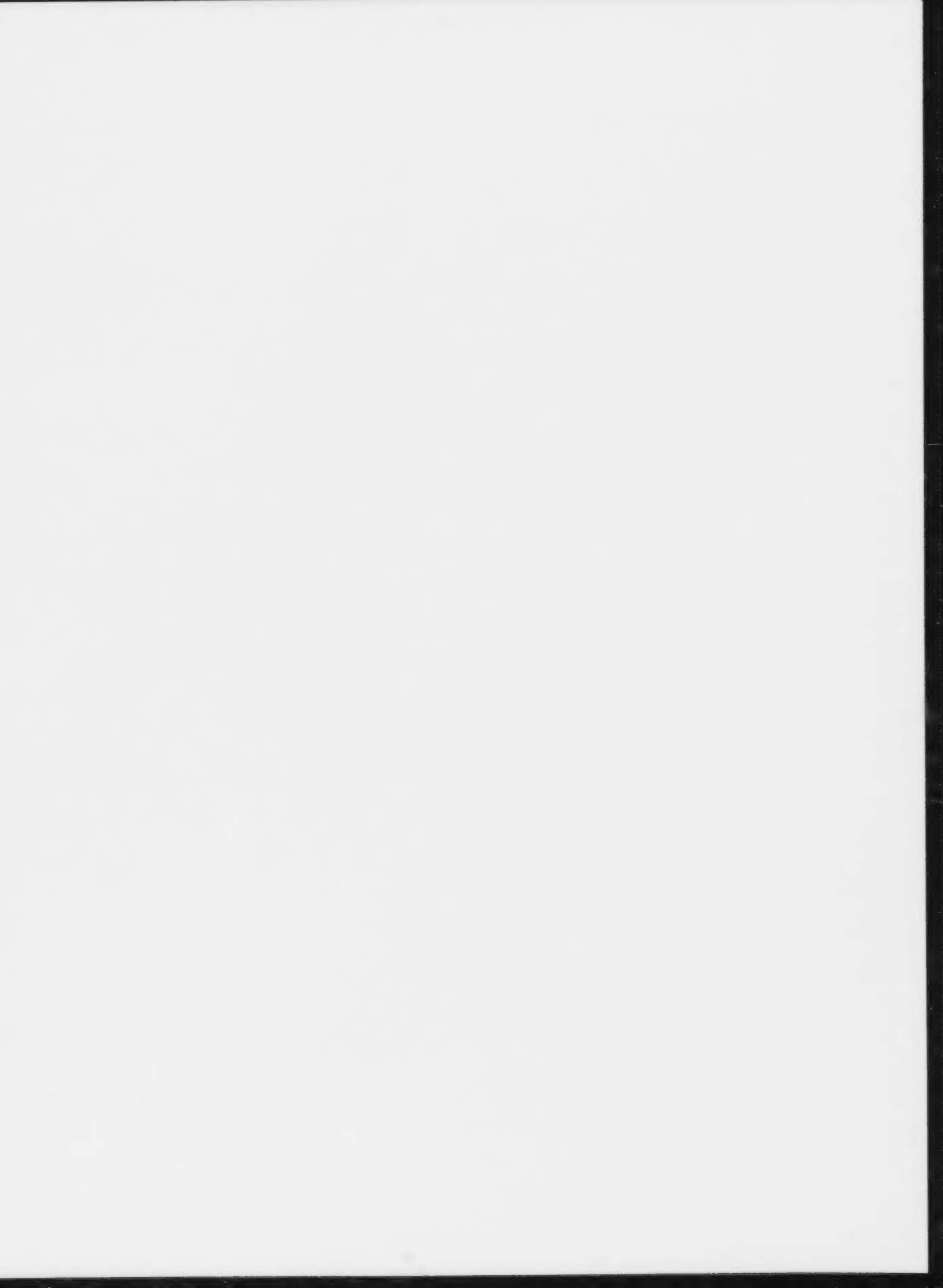
The second improvement is the introduction of a semi-finished goods sector in the model. This will result in a more realistic emerging Asia bloc because a significant share of the trade of many of these countries consists of importing parts and exporting assembled goods.

Literature Cited

- Bayoumi, T. A., D. Laxton, and P. A. Pesenti. 2004. "Benefits and Spillovers of Greater Competition in Europe: A Macroeconomic Assessment." NBER Working Paper No. 10416.
- Bernanke, B. S., M. Gertler, and S. Gilchrist. 1999. "The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework." In *Handbook of Macroeconomics*, Vol. 1C, edited by J. B. Taylor and M. Woodford, 1341–93. Amsterdam: North-Holland.
- Brayton, F., E. Mauskopf, D. Reifschneider, P. Tinsley, and J. Williams. 1997. "The Role of Expectations in the FRB/US Macroeconomic Model." *Federal Reserve Bulletin* 83 (4): 227–45.
- Coenen, G., P. McAdam, and R. Straub. 2008. "Tax Reform and Labour-Market Performance in the Euro Area: A Simulation-Based Analysis Using the New Area-Wide Model." *Journal of Economic Dynamics and Control* 32 (8): 2543–83.
- Coletti, D., R. Lalonde, M. Misina, D. Muir, P. St-Amant, and D. Tessier. 2008. "Bank of Canada Participation in the 2007 FSAP Macro Stress-Testing Exercise." *Bank of Canada Financial System Review* (June): 51–59.
- Coletti, D., R. Lalonde, and D. Muir. 2008. "Inflation Targeting and Price-Level-Path Targeting in the GEM: Some Open Economy Considerations." *IMF Staff Papers*: 55 (2): 326–38.
- De Walque, G., F. Smets, and R. Wouters. 2006. "An Estimated Two-Country DSGE Model for the Euro Area and the U.S. Economy." Paper presented at the Bank of Canada Workshop on Commodity Price Issues, Ottawa, Canada, 10–11 July.
- Dib, A. 2009. "Credit and Interbank Markets in a New Keynesian Model." Bank of Canada Working Paper (forthcoming).
- Elekdag, S., R. Lalonde, D. Laxton, D. Muir, and P. A. Pesenti. 2008. "Oil Price Movements and the Global Economy: A Model-Based Assessment." *IMF Staff Papers* 55 (2): 297–311.
- Erceg, C. J., L. Guerrieri, and C. Gust. 2005a. "Expansionary Fiscal Shocks and the Trade Deficit." Board of Governors of the Federal Reserve System International Finance Discussion Paper No. 825.
- . 2005b. "SIGMA: A New Open Economy Model for Policy Analysis." Board of Governors of the Federal Reserve System International Finance Discussion Paper No. 835.
- Faruqee, H., D. Laxton, D. Muir, and P. A. Pesenti. 2007. "Smooth Landing or Crash? Model-Based Scenarios of Global Current Account Rebalancing." In *G7 Current Account Imbalances: Sustainability and Adjustment*, edited by R. H. Clarida, 377–451. NBER Conference Report. Chicago: University of Chicago Press.

Literature Cited (cont'd)

- Ferguson, R. W. Jr. 2005. "U.S. Current Account Deficit: Causes and Consequences." Remarks to the Economics Club of the University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, North Carolina, 20 April.
- Flood, K. 2008. "The Global Effects of U.S. Fiscal Policy." Bank of Canada Discussion Paper 2008-8.
- Gosselin, M.-A. and R. Lalonde. 2005. *MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy*. Technical Report No. 96. Ottawa: Bank of Canada.
- Juillard, M., P. Karam, D. Laxton, and P. A. Pesenti. 2006. "Welfare-Based Monetary Policy Rules in an Estimated DSGE Model of the US Economy." ECB Working Paper No. 613.
- Lalonde, R., C. de Resende, and S. Snudden. 2009. "Globally Coordinated versus Domestic Fiscal Stimulus: Simulation Based on BoC-GEM," Bank of Canada Working Paper (forthcoming).
- Lalonde, R., P. Maier, and D. Muir. 2009. "Emerging Asia's Impact on Food and Oil Prices: A Model-Based Analysis." Bank of Canada Discussion Paper 2009-3.
- Lalonde, R. and D. Muir. 2007. *The Bank of Canada's Version of the Global Economy Model (BoC-GEM)*. Technical Report No. 98. Ottawa: Bank of Canada.
- Laxton, D. and P. Pesenti. 2003. "Monetary Rules for Small, Open, Emerging Economies." *Journal of Monetary Economics* 50 (5): 1109-46.
- Maier, P. 2008. "A Wave of Protectionism? An Analysis of Economic and Political Considerations," Bank of Canada Working Paper 2008-2.
- Murchison, S. and A. Rennison. 2006. *ToTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model*. Technical Report No. 97. Ottawa: Bank of Canada.
- Perrier, P. 2005. "La fonction de production et les données canadiennes." Bank of Canada Working Paper 2005-20.



Bank of Canada Publications

Unless noted otherwise, all publications are available in print and on the Bank's website: <<http://www.bankofcanada.ca>>.

Monetary Policy Report (quarterly: January, April, July, and October)

Financial System Review (June/December)

Bank of Canada Review (quarterly: see inside cover for subscription information)

Business Outlook Survey (quarterly: January, April, July, and October)*

Senior Loan Officer Survey (quarterly: January, April, July, and October)*

Speeches and Statements by the Governor

Bank of Canada Banking and Financial Statistics (monthly)*

Weekly Financial Statistics (published each Friday)*

Renewal of the Inflation-Control Target: Background Information

Annual Report

A History of the Canadian Dollar
James Powell (available at Can\$8 plus GST and PST, where applicable)* (2005)

Souvenir Books

Beads to Bytes: Canada's National Currency Collection**
This volume explores the role of money in society through the lens of the National Currency Collection, an extraordinary repository of coins, bank notes, and related paraphernalia from around the world. (2008)

More Than Money: Architecture and Art at the Bank of Canada**
A tour of the head office complex, highlighting the architecture, interior design, and decoration, as well as elements of restoration and preservation. It also features pieces from the Bank's art collection. (2007)

The Art and Design of Canadian Bank Notes**
A journey behind the scenes to explore the demanding world of bank note design. (2006)

The Bank of Canada: An Illustrated History**
To celebrate the Bank's 70th anniversary, this book depicts the history of the Bank from 1935. (2005)

The Transmission of Monetary Policy in Canada
(1996, Can\$20 plus GST and PST, where applicable)
Available at <<http://www.bankofcanada.ca/en/res/other/herm-98.html>>.

The Thiessen Lectures (January 2001)
Lectures delivered by Gordon G. Thiessen, Governor of the Bank of Canada 1994 to 2001

Bilingualism at the Bank of Canada (published annually)

Planning an Evolution: The Story of the Canadian Payments Association, 1980–2002
James F. Dingle (June 2003)

Bank of Canada Publications Catalogue, 2008
A collection of short abstracts of articles and research papers published in 2008. Includes a listing of work by Bank economists published in outside journals and proceedings.

Conference Proceedings
Conference volumes published up to and including April 2005 are available on the Bank's website. Print copies can be purchased for Can\$15 plus GST and PST, where applicable. Papers and proceedings from Bank of Canada conferences, seminars, and workshops held after April 2005 are now published exclusively on the Bank's website.

Technical Reports, Working Papers, and Discussion Papers
Technical Reports, Working Papers, and Discussion Papers are usually published in the original language only, with an abstract in both official languages. Single copies may be obtained without charge. Technical Reports dating back to 1994 are available on the Bank's website, as are Working Papers back to 1994. Discussion papers deal with finished work on technical issues related to the functions and policy-making of the Bank. They are of interest to specialists and other central bankers. Discussion papers for 2007–2009 are available on the Bank's website.

For further information, including subscription prices, contact:

Publications Distribution
Communications Department
Bank of Canada
Ottawa, ON
Canada K1A 0G9
Telephone: 613 782-8248
Toll free in North America: 1 877 782-8248
Email address: publications@bankofcanada.ca

* Only available on the Bank's website.

** Each Can\$25 plus shipping costs. Sample pages are available on the Bank's website.



BANQUE DU CANADA
BANK OF CANADA

Revue de la Banque du Canada

Été 2009



MEMBRES DU COMITÉ DE RÉDACTION

Jack Selody

Président

Agathe Côté

Allan Crawford

Pierre Duguay

Paul Fenton

Gerry Gaetz

Donna Howard

Brigid Janssen

Paul Jenkins

Tim Lane

David Longworth

Frank Milne

John Murray

Sheila Niven

George Pickering

Lawrence Schembri

Mark Zelmer

Maura Brown

Rédactrice

La *Revue de la Banque du Canada* est publiée trimestriellement sous la direction du Comité de rédaction, auquel incombe la responsabilité du contenu. Les articles de la *Revue* peuvent être reproduits ou cités dans la mesure où le nom de la publication ainsi que la livraison d'où sont tirés les renseignements sont mentionnés expressément.

On peut consulter les livraisons déjà parues de la *Revue* ainsi que d'autres publications dans le site Web de la Banque, à l'adresse <http://www.banqueducanada.ca>.

Il est possible de s'abonner à la *Revue* aux tarifs suivants :

Livraison au Canada	25 \$ CAN
Livraison aux États-Unis	25 \$ CAN
Livraison dans les autres pays, par courrier surface	50 \$ CAN

Pour les bibliothèques publiques canadiennes, ainsi que les bibliothèques des ministères fédéraux et des établissements d'enseignement canadiens et étrangers, le tarif d'abonnement est réduit de moitié. On peut aussi se procurer la *Revue* au prix de 7,50 \$ l'exemplaire.

Les paiements doivent être faits en dollars canadiens à l'ordre de la Banque du Canada. Le montant des abonnements et commandes en provenance du Canada doit être majoré de 5 % pour la TPS et, s'il y a lieu, de la taxe de vente provinciale.

Pour commander des exemplaires de publications, veuillez vous adresser à la Diffusion des publications, département des Communications, Banque du Canada, Ottawa (Ontario), Canada K1A 0G9, composer le 613 782-8248 ou le 1 877 782-8248 (sans frais en Amérique du Nord), ou envoyer un message électronique à publications@banqueducanada.ca.

Pour obtenir des renseignements sur les taux d'intérêt ou les taux de change, veuillez composer le 613 782-7506.

ISSN 0045-1460 (version papier)

ISSN 1483-8311 (Internet)

Imprimé au Canada sur papier recyclé

© Banque du Canada 2009

Table des matières

Articles

- 3 Le STPGV et les pratiques des institutions financières
canadiennes en matière de gestion des garanties**
 - 17 La complexité propre à la gestion des risques financiers
et les risques systémiques**
 - 35 Causes et conséquences des fluctuations du rythme
de redistribution du travail au Canada**
 - 49 BOC-GEM, une modélisation de l'économie mondiale**
-

- 63 Publications de la Banque du Canada**
-

Les dessins numismatiques d'Emanuel Hahn

David Bergeron, conservateur, Musée de la monnaie

Emanuel Hahn est l'un des sculpteurs les plus renommés du Canada. Né en Allemagne en 1881, il a émigré à Toronto avec sa famille en 1888; jusqu'à sa mort en 1957, il a réalisé bon nombre de monuments, de trophées et de médailles qui ont marqué le paysage artistique de son pays d'adoption. Il a également dessiné quelques-unes de nos pièces de monnaie les plus marquantes et les plus chargées d'histoire : le dollar d'argent « Voyageur » de 1935, la pièce de 25 cents à tête de caribou et la pièce de 10 cents montrant le voilier *Bluenose* (en 1937), de même que le dollar d'argent frappé en 1939 à l'occasion de la visite du roi George VI et de la reine Elizabeth au Canada. Avec ces quatre pièces, Hahn a laissé son empreinte sur la monnaie canadienne.

L'histoire de la pièce à motif Voyageur débute en 1934, lorsque le ministère des Finances invite Emanuel Hahn à soumettre un dessin pour le dollar destiné à célébrer le 25^e anniversaire du couronnement de George V. Tout en exécutant des croquis, Hahn entretient une correspondance avec la Monnaie royale de Londres et la Monnaie royale du Canada afin d'en apprendre davantage sur le processus de frappe et le cahier des charges d'une pièce de monnaie. À partir des recommandations des deux établissements, il soumet un dessin qui représente un coureur de bois et un Amérindien dans un canot (reproduit en page couverture). Il a étudié de près la structure des canots autochtones par souci d'exactitude et s'est inspiré des tableaux de Frances Anne Hopkins. Approuvé après

quelques modifications mineures, le dessin bien connu de Hahn ornera plus ou moins régulièrement le dollar canadien jusqu'à l'introduction du huard en 1987.

À la suite de ce premier succès, Hahn compte parmi les artistes appelés à soumettre des dessins en vue de la série de pièces canadiennes devant être émises en 1937 et qui marqueront l'accession au trône du nouveau monarque, George VI. Hahn présente non moins de seize croquis, y compris les deux œuvres au crayon qu'on retrouve sur la couverture. L'une d'elles, conçue pour la pièce de 5 cents, montre un caribou en pied, avec la Grande Ourse en arrière-plan. L'autre, conçue pour la pièce de 25 cents, propose une tête de caribou et la même constellation. Ce dernier dessin sera retenu pour la nouvelle série, de même que la représentation de Hahn de la goélette *Bluenose*. À l'été 1937, les nouvelles pièces, allant de 1 cent jusqu'à 50 cents, sont mises en circulation. Chacun des motifs de l'époque, dont ceux de Hahn ornant les pièces de 10 cents (le *Bluenose*) et de 25 cents (la tête de caribou), apparaît encore sur la monnaie canadienne aujourd'hui. Tous les Canadiens peuvent donc se vanter de posséder un authentique Hahn!

L'héritage numismatique de Hahn, qui comprend des dessins, des modèles en plâtre et de la correspondance, est conservé dans la Collection nationale de monnaies de la Banque du Canada.

Photographie : Gord Carter

Le STPGV et les pratiques des institutions financières canadiennes en matière de gestion des garanties

Chris D'Souza, département des Marchés financiers

- *La demande de garanties sur les marchés financiers de gros a augmenté de pair avec l'activité financière mondiale.*
- *Les garanties servent à atténuer le risque de crédit entre les parties à une opération financière en fournissant au prêteur l'assurance qu'il sera remboursé.*
- *La liquidité du marché secondaire influe fortement sur le choix des garanties. Les titres relativement peu liquides et moins souples d'utilisation sont davantage susceptibles d'être mis en nantissement. Les institutions ont aussi tendance à recourir aux actifs pour lesquels elles jouent un rôle important de tenue de marché.*

Pour réduire le risque de crédit, les institutions financières sont tenues de fournir des garanties, ou sûretés, à l'appui de leurs opérations sur titres ou sur produits dérivés et des transactions qu'elles effectuent avec la banque centrale ou au sein de systèmes de traitement et de règlement de gros paiements. Les actifs acceptés en nantissement, tels les titres émis ou garantis par l'État, sont généralement liquides et ne présentent qu'un risque de crédit négligeable. Sous l'effet de la demande accrue de sûretés, la liste des actifs jugés admissibles a été étendue aux titres du secteur privé qui satisfont à certaines exigences de qualité du crédit. Une inquiétude subsiste malgré tout, à savoir que l'offre de ces actifs de choix ne progresse pas suffisamment par rapport aux nouveaux besoins et que leurs coûts d'acquisition et de détention augmentent au fil du temps (Comité sur le système financier mondial, 2001)¹.

Le présent article étudie les facteurs qui incitent les institutions financières à conserver à leur bilan différents actifs pouvant être affectés en nantissement en dépit des coûts d'opportunité élevés que cela implique. Notre analyse porte sur la période de cinq ans, allant de la mi-2002 à la mi-2007, qui a précédé la crise financière internationale, l'objectif étant de dresser un portrait des pratiques des institutions en la matière, et notamment des facteurs ayant une incidence sur la sélection des sûretés, au cours d'une période relativement normale. Nous nous intéressons plus précisément au choix des actifs mis en garantie dans le cadre du Système de transfert de paiements de grande valeur (STPGV) canadien. Compte tenu de la valeur marchande élevée des titres donnés en

¹ Ces nouveaux besoins sont attribuables essentiellement à l'essor des marchés des produits dérivés et des volumes traités par les systèmes de paiement et de règlement.

nantissement (32 milliards de dollars à la fin de mars 2007), il est important que les participants se dotent de mécanismes de contrôle robustes, repèrent des sources supplémentaires de sûretés et gèrent leurs actifs avec efficacité, tant sur le plan de la liquidité que dans la perspective d'une saine gestion de leur bilan. Les autorités se préoccupent également de la qualité de la gestion de la liquidité dans les institutions financières, comme en témoigne le fait que la crise financière amorcée en 2007 a amené les banques centrales du monde entier à élargir la gamme des actifs qu'elles acceptent comme garanties, dans le but exprès de soutenir le bon fonctionnement des marchés financiers^{2, 3}.

De nombreux établissements qui étaient leurs opérations de gros à l'aide de garanties font aussi du courtage sur les marchés des titres à revenu fixe et jouissent d'un avantage comparatif dans la gestion des stocks de ces actifs.

En plus d'améliorer notre compréhension des pratiques de gestion des sûretés et du risque de liquidité à l'échelon de chaque institution financière et de l'ensemble du secteur, le présent article vise à enrichir la littérature actuelle sur la microstructure des marchés des titres à revenu fixe. Il examine en particulier comment la liquidité du marché secondaire et les activités de tenue de marché des participants influent sur la sélection des actifs mis en nantissement pour les besoins du STPGV. De nombreux établissements qui étaient leurs opérations de gros à l'aide de garanties font aussi du courtage sur les marchés des titres à revenu fixe et jouissent d'un avantage comparatif dans la gestion des stocks de ces actifs. Ils procurent de la liquidité à leurs clients et aux autres courtiers en concluant avec eux des opérations d'achat et de vente aux cours qu'ils affichent⁴. En cas de besoin pressant, les teneurs de marché peuvent

puiser rapidement dans leurs stocks d'actifs admissibles en nantissement. Bien qu'il existe une littérature abondante sur la microstructure des marchés des titres couramment employés comme garanties, peu d'études empiriques ont été réalisées à ce jour sur le coût effectif des sûretés financières.

L'article débute par une brève description des tendances observées récemment en matière de gestion des garanties et des exigences de nantissement du STPGV. Suit un court exposé sur les données de l'étude, les facteurs qui agissent sur le coût des sûretés et la méthode que nous avons retenue pour déterminer la façon dont les participants choisissent quels actifs remettre en nantissement et pour combien de temps. La section des résultats fait ressortir l'importance de la rareté relative des garanties dans le processus de décision. L'article se termine par une synthèse des résultats.

La gestion des garanties et le STPGV

Le nantissement a pour but d'atténuer le risque de crédit entre les parties à une opération financière, l'assurance fournie par la valeur de l'actif donné en garantie venant amoindrir le risque que pose l'emprunteur. Cette technique financière d'usage courant a pour effet de supprimer les disparités entre les opérateurs du marché, du moins en ce qui concerne le risque de crédit⁵. Elle permet à l'emprunteur d'obtenir des conditions de financement plus favorables et d'avoir accès à une plus grande quantité ou gamme d'actifs.

Si les institutions financières gardent des actifs liquides, c'est à la fois pour disposer des garanties dont elles prévoient avoir besoin et pour réduire le risque de voir leurs activités quotidiennes perturbées par des flux de trésorerie imprévus. Elles peuvent facilement transférer ces actifs d'un secteur à l'autre si besoin est. La volatilité récente des marchés du financement de gros a mis en lumière l'importance de saines pratiques de gestion du risque de liquidité; les établissements financiers, en effet, peuvent éprouver des problèmes de liquidité même lorsque l'économie se porte bien⁶.

² Les risques d'insolvabilité bancaire liés à l'illiquidité de financement sont analysés dans Goodhart (2008). Voir aussi Armstrong et Caldwell (2008) et Banque de France (2008).

³ Le 12 décembre 2007, par exemple, la Banque du Canada a élargi sa liste des garanties admissibles dans le cadre de son mécanisme permanent d'octroi de liquidités pour y inclure certaines catégories de papier commercial adossé à des actifs ainsi que les obligations du Trésor américain. Le 17 octobre 2008, elle a annoncé qu'elle acceptait temporairement les portefeuilles de créances non hypothécaires. Dans le cadre de son mécanisme permanent d'octroi de liquidités, la Banque accorde des crédits à un jour sur nantissement aux participants au STPGV dont le solde de règlement auprès d'elle est temporairement insuffisant pour régler leurs positions nettes multilatérales.

⁴ Les titres à revenu fixe se négocient sur des marchés multicourriers hors bourse. Voir Fleming et Remolona (1999) de même que D'Souza et Gaa (2004).

⁵ Dans des situations aussi extrêmes qu'une faillite imminente, toutefois, il est arrivé que des institutions ne puissent emprunter même en fournissant des garanties.

⁶ Decker (2000), Diamond et Rajan (2001) ainsi que Strahan, Gálov et Schuermann (2004) s'intéressent à la gestion du risque de liquidité et aux diverses techniques d'atténuation du risque de crédit mises au point par les banques au fil des ans. Brunnermeier et Pedersen (2009) reconnaissent que la liquidité du bilan des courtiers est restreinte, en raison notamment des contraintes imposées par les contreparties en fait de garanties et de marges.

Les actifs liquides sont certes précieux pour les participants aux marchés de gros, mais ils comportent aussi un coût d'opportunité relativement élevé, car ils privent les institutions de fonds qui pourraient être affectés à des fins plus lucratives comme l'octroi de prêts. Selon la nature des incitations en place, il arrive que les gestionnaires de garanties conservent des sûretés excédentaires pour éviter d'avoir à en acheter à prix fort lorsqu'ils en auront besoin. De manière générale, pour gérer le risque de liquidité efficacement, les établissements doivent réduire au maximum leurs coûts d'emprunt, diversifier leurs sources de financement et évaluer les risques opérationnels qui découlent des mouvements de fonds et de garanties.

La constitution d'un portefeuille optimal qui permet de minimiser le coût d'opportunité des garanties dépend non seulement des besoins opérationnels mais également de facteurs liés aux marchés financiers.

Le STPGV est un système de transfert électronique de fonds en temps réel qui traite rapidement, tout au long de la journée, de gros paiements à délai de règlement critique. Les participants règlent leurs obligations nettes grâce à des comptes tenus auprès de la Banque du Canada et doivent fournir des garanties à l'appui des paiements qu'ils transmettent par l'entremise du système⁷. Ils peuvent décider de maintenir d'abondantes réserves de précaution, mais, ce faisant, ils augmentent leur coût d'opportunité en se privant d'actifs davantage rémunérateurs⁸. Ils ont donc intérêt à sélectionner des actifs qui offrent un juste équilibre entre, d'une part, les rendements supérieurs auxquels ils renoncent et, d'autre part, l'utilisation qu'ils peuvent en faire aux fins de nantissement. La constitution d'un portefeuille optimal qui permet de minimiser le coût d'opportunité des garanties dépend non seulement des besoins opérationnels mais également de facteurs liés aux marchés financiers.

La Banque du Canada a dressé une liste des sûretés admissibles dans le cadre du STPGV (voir ci-après la

description des catégories d'actifs retenues dans la présente étude). En général, les garanties doivent être liquides, offrir une bonne qualité de crédit et être évaluables sur un marché transparent⁹. Initialement, la Banque n'acceptait que les titres du gouvernement canadien, mais depuis qu'elle a élargi sa liste en novembre 2001 pour y inclure des actifs tels que les obligations municipales et le papier commercial, les garanties fournies par chaque participant au système se sont beaucoup diversifiées. Ainsi, les titres émis par le gouvernement fédéral, qui constituaient environ 55 % de la valeur totale des actifs mis en nantissement (déduction faite des marges prescrites) en 2002, en représentaient moins de 30 % au début de 2007 (Tableau 1). En revanche, la part des titres du secteur privé et des administrations provinciales et municipales a bondi durant la même période, passant d'environ 12 % à plus de 40 %.

Ces statistiques font ressortir qu'à l'évidence, les institutions financières vendent, ou réaffectent à d'autres usages, les titres rares et coûteux du gouvernement fédéral et se tournent vers d'autres catégories d'actifs pour étayer leurs opérations dans le STPGV. D'autres facteurs particuliers aux établissements et aux marchés financiers (comme les ratios des capitaux propres aux actifs, les taux d'intérêt du marché et les flux de paiement) interviennent aussi dans le choix des titres mis en nantissement et leur durée de détention moyenne dans le fonds commun de garanties du STPGV.

La composition des garanties constituées dans le cadre du STPGV

Les données sur les mouvements du fonds commun de garanties du STPGV sont tirées d'observations quotidiennes sur les entrées et sorties d'actifs au cours de la période étudiée (du 28 mars 2002 au 30 mars 2007)¹⁰. Pour chaque sûreté, l'information suivante a été recueillie : identité du participant, code d'identification du titre, nom de l'émetteur, valeur nominale, valeur diminuée de la marge exigée, coupon et échéance¹¹. Au total, quatorze institutions financières participent au système et fournissent des

⁷ On trouvera une description complète du STPGV dans Arjani et McVanel (2006).

⁸ Les paiements entrants et sortants de chaque institution peuvent varier considérablement en cours de journée et d'une journée à l'autre, en fonction des besoins des clients. McPhail et Valkos (2003) illustrent comment la garantie que constitue le participant lui sert à faire face aux entrées et sorties de fonds imprévues.

⁹ Bindseil et Papadia (2006) analysent les risques acceptables liés aux garanties. On trouvera la liste des titres actuellement admissibles en garantie ainsi que les marges applicables à l'adresse http://www.banqueducanada.ca/fr/avis_fmd/2009/garanties_admin/060309.pdf.

¹⁰ Ces dates ont été choisies pour tenir compte des effets saisonniers et du délai d'adaptation des institutions financières aux nouvelles politiques en matière de garanties qui sont entrées en vigueur en novembre 2001.

¹¹ On recense plus de 100 émetteurs de titres durant cette période.

Tableau 1 : Ventilation par catégorie d'actifs des garanties constituées dans le cadre du STPGV

Catégorie d'actifs	28 mars 2002				30 mars 2007			
	Nombre de titres	Valeur totale des garanties		Échéance moyenne (en mois)	Nombre de titres	Valeur totale des garanties		Échéance moyenne (en mois)
		(en milliards \$)	(en %)			(en milliards \$)	(en %)	
Obligations du gouvernement canadien	27	9,55	47,64	83,07	24	2,45	7,67	100,50
Bons du Trésor canadiens	22	1,63	8,11	6,82	27	6,72	20,99	4,78
Titres garantis par le gouvernement canadien	54	6,48	32,34	23,06	60	9,31	29,09	33,28
Titres des administrations provinciales et municipales	11	0,42	2,10	42,73	102	7,63	23,84	68,83
Titres du secteur privé	79	1,96	9,79	4,01	177	5,89	18,40	11,03
Total ou moyenne	193	20,03	100,00	48,88	390	32,00	100,00	36,83

Nota : La catégorie des obligations du gouvernement canadien comprend tous les titres de cet émetteur assortis d'une échéance de plus d'un an. Les titres hypothécaires émis en vertu de la Loi nationale sur l'habitation (titres hypothécaires LNH) entrent dans la catégorie des titres garantis par le gouvernement canadien. La catégorie des titres du secteur privé inclut les acceptations bancaires, les billets à ordre, le papier commercial et les obligations de sociétés.

garanties à l'appui des paiements qu'elles transmettent. Aux fins de la présente étude, les titres sont rangés en cinq grandes catégories : obligations du gouvernement canadien (long terme); bons du Trésor canadiens (court terme); titres garantis par le gouvernement canadien; titres des administrations provinciales et municipales; titres du secteur privé (tels que les acceptations bancaires, les billets à ordre, le papier commercial et les obligations de sociétés).

Le Tableau 1 présente des statistiques sur la composition des garanties constituées dans le cadre du STPGV pour les dates de début et de fin de la période considérée. Les chiffres portent sur l'ensemble des institutions participantes. Le nombre de titres dans chaque catégorie d'actifs figure aux colonnes 2 et 6, et la valeur totale des garanties (obtenue par soustraction des marges applicables), aux colonnes 3 et 7. On constate que cette valeur s'est accrue entre 2002 et 2007, passant d'environ 20 milliards de dollars à 32 milliards. Cette évolution concorde avec l'augmentation générale des flux de paiement observée durant la même période. Elle révèle également que les participants doivent gérer leurs sûretés avec plus d'efficacité.

On trouve aux colonnes 4 et 8 la proportion de chaque catégorie d'actifs dans l'ensemble des sûretés. Bien que la valeur totale des garanties (colonnes 3 et 7) composées d'obligations et de bons du Trésor émanant du gouvernement canadien ait peu varié entre le début et la fin de la période étudiée, la part des bons du Trésor dans ce total s'est fortement accrue. Il est à noter que les participants font de plus en plus appel aux actifs devenus admissibles en

novembre 2001 (tels que les titres des administrations provinciales, des municipalités et du secteur privé). Enfin, aux colonnes 5 et 9, on voit que l'échéance moyenne (en mois) des titres garantis par le gouvernement canadien, des titres des administrations provinciales et municipales et des titres du secteur privé s'est allongée considérablement, mais que la moyenne globale a reculé, principalement sous l'effet du recours grandissant aux bons du Trésor.

Ainsi qu'il a été indiqué précédemment, les flux de paiement ont connu une hausse généralisée au cours de la période. Le Graphique 1 illustre la forte augmentation du volume trimestriel des paiements envoyés par l'ensemble des participants directs au STPGV¹². Seuls les paiements de tranche 1 sont pris en compte car, bien qu'ils ne représentent qu'une petite partie du volume total des opérations, ce sont eux que sont destinées à soutenir la plupart des sûretés¹³. On observe aussi un accroissement marqué du volume total des nantissements, surtout depuis le milieu de 2005.

12 Cette évolution traduit la croissance de l'activité économique, la migration des paiements du Système automatisé de compensation et de règlement au STPGV, la prise en charge par ce dernier du règlement des opérations traitées par la CLS Bank et le système CDSX (exploité par La Caisse canadienne de dépôt de valeurs limitée) et la hausse des opérations sur les titres du gouvernement canadien. Les données relatives aux flux de paiement globaux et individuels des participants proviennent de l'Association canadienne des paiements.

13 Le montant des paiements sortants de tranche 1 d'un participant ne peut dépasser celui des garanties fournies à la Banque du Canada. Dans le cas des paiements de tranche 2, chaque institution remet à la Banque une garantie égale au résultat de la multiplication, par un pourcentage déterminé, de la ligne de crédit bilatérale la plus élevée qu'elle a accordée à une autre institution. Les paiements de tranche 2 représentent la majorité (en volume et en valeur) des opérations transitant par le STPGV; leur importance tient surtout au fait qu'ils requièrent moins de garanties que ceux de tranche 1.

Tableau 2 : Mouvements de garanties par catégorie d'actifs (du 28 mars 2002 au 30 mars 2007)

Catégorie d'actifs	Entrées				Sorties		
	Durée de détention moyenne (en jours ouvrables)	Nombre de titres	Valeur moyenne des garanties (en millions \$)	Échéance moyenne (en mois)	Nombre de titres	Valeur moyenne des garanties (en millions \$)	Échéance moyenne (en mois)
Obligations du gouvernement canadien	6,0	4 190	228	123,5	4 096	196	120,5
Bons du Trésor canadiens	14,3	2 410	239	5,2	2 173	193	4,6
Titres garantis par le gouvernement canadien	4,6	9 403	125	26,4	8 533	113	26,4
Titres des administrations provinciales et municipales	14,7	3 547	91	92,8	3 223	80	91,3
Titres du secteur privé	26,4	4 168	29	5,8	4 093	28	5,5
Total ou moyenne	11,2	23 718	133	47,7	22 118	116	47,3

Nota : La catégorie des obligations du gouvernement canadien comprend tous les titres de cet émetteur assortis d'une échéance de plus d'un an. Les titres hypothécaires émis en vertu de la *Loi nationale sur l'habitation* (titres hypothécaires LNH) entrent dans la catégorie des titres garantis par le gouvernement canadien. La catégorie des titres du secteur privé inclut les acceptations bancaires, les billets à ordre, le papier commercial et les obligations de sociétés. Selon la colonne à laquelle ils se rapportent, les chiffres de la dernière ligne représentent le nombre de titres entrants et sortants pour l'ensemble des catégories d'actifs (colonnes 3 et 6), la moyenne pondérée pour la durée de détention (colonne 2), la valeur des titres diminuée des marges applicables (colonnes 4 et 7) ou l'échéance (colonnes 5 et 8).

Le Tableau 2, de structure très semblable au Tableau 1, porte sur les mouvements de titres vers le fonds commun de garanties du STPGV et hors de ce fonds au cours de la période examinée. La colonne 2 donne, pour chaque catégorie d'actifs, le nombre moyen de jours ouvrables durant lesquels un titre demeure en nantissement. Les titres moins risqués (comme les obligations émises par le gouvernement canadien et les titres garantis par ce dernier) sont conservés 6 jours ou moins dans le fonds commun de

garanties, tandis que ceux du secteur privé le sont au-delà de 26 jours, en moyenne. Cet écart pourrait tenir à la valeur que les institutions financières attachent aux obligations émises ou garanties par le gouvernement fédéral en raison de leur souplesse d'utilisation ainsi qu'au fait que les titres du secteur privé sont moins liquides et ont tendance à être gardés plus longtemps en portefeuille.

Les colonnes 3 et 6 présentent, pour chacune des cinq catégories d'actifs, le nombre de titres nouvellement déposés en nantissement ou nouvellement libérés. Les colonnes 4 et 7 précisent la valeur moyenne (en millions de dollars) des titres transférés, et les colonnes 5 et 8, leur échéance moyenne (en mois). L'étonnante similitude des colonnes 3 et 6 donne à penser que les titres entrants et sortants sont habituellement très semblables. Au cours des cinq années considérées, les obligations et les bons du Trésor canadiens ont constitué près des deux tiers de la valeur de l'ensemble des garanties transférées. Ces titres font couramment l'objet d'opérations de pension, comportent un faible risque de crédit et sont très liquides. Même si les titres du gouvernement fédéral sont particulièrement mobiles, il importe de noter que les actifs des autres catégories sont eux aussi transférés fréquemment.

On peut avancer plusieurs hypothèses quant aux facteurs qui déterminent le choix des sûretés. Certains sont communs, comme la liquidité du marché de l'actif considéré, tandis que d'autres varient d'une institution à l'autre. Les facteurs que nous retenons

Graphique 1 : Volume trimestriel des paiements dans le STPGV^a (du 2^e trimestre de 2002 au 1^{er} trimestre de 2007)



a. Volume total des paiements de tranche 1 effectués par l'ensemble des participants directs au STPGV

Sources : Banque du Canada et Association canadienne des paiements

sont le taux de rotation du marché, les activités de tenue de marché, les flux de paiement, le ratio des capitaux propres aux actifs et le taux des prêts à un jour garantis. Nous aborderons chacun à tour de rôle.

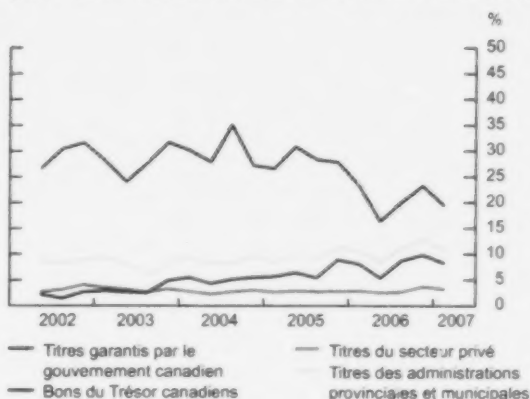
Le taux de rotation est un indicateur global du degré de liquidité du marché; de manière générale, plus il est élevé, plus le marché est profond. Les sûretés qui, en plus d'être admissibles dans le cadre du STPGV, sont liquides procurent une valeur ajoutée aux gestionnaires de garanties, car il est relativement facile d'en acheter ou d'en vendre sans incidence notable sur les prix. Pour satisfaire aux exigences courantes du STPGV en matière de nantissement, les gestionnaires se tournent d'abord vers les actifs peu liquides, s'efforçant de réserver leurs titres de choix à d'autres fins (comme les opérations de pension ou les opérations sur produits dérivés). Le taux de rotation permet d'évaluer quotidiennement la rareté relative d'un titre d'une catégorie donnée; on le calcule en divisant le volume des titres négociés durant la période étudiée par l'encours moyen de ces titres au cours de la même période¹⁴.

Le Graphique 2 compare le niveau d'activité des marchés de quatre catégories d'actifs à celui du marché des obligations du gouvernement canadien, tous courtiers confondus. La normalisation introduite permet de tenir compte de la hausse du niveau d'activité observée dans l'ensemble des marchés et d'illustrer correctement la taille du marché des obligations du gouvernement fédéral. Les ratios sont relativement stables pour la plupart des catégories, mais on constate une forte hausse du volume relatif des transactions sur titres garantis par le gouvernement canadien.

Les activités de tenue de marché de chaque participant peuvent également jouer un rôle dans la sélection des sûretés, en ce sens qu'une institution peut préférer ne pas employer les actifs pour lesquels elle dispose d'un avantage comparatif sur le plan de la gestion du risque de position. Le volume de ses opérations sur un titre donné rapporté au volume total de ses opérations permet d'estimer l'importance de ces activités.

Les flux de paiement et leur volatilité ont une influence déterminante sur la taille globale du portefeuille de garanties constitué par chaque participant. Lorsqu'un établissement exerce une gestion serrée de ses

Graphique 2 : Niveau d'activité trimestriel des différents marchés en proportion de celui du marché des obligations du gouvernement canadien (du 2^e trimestre de 2002 au 1^{er} trimestre de 2007)



Sources : Banque du Canada et Organisme canadien de réglementation du commerce des valeurs mobilières

positions, plus le volume de ses paiements entrants est élevé par rapport à celui de ses paiements sortants, moins il aura à fournir de garanties. Face à des flux massifs ou volatils, les participants peuvent avoir à se procurer des sûretés de plus en plus coûteuses. En outre, étant donné que le volume des paiements à délai de règlement critique est parfois considérable, ils peuvent chercher à détenir ou à emprunter des titres offerts en grande quantité, comme les titres d'État.

Les actifs liquides comportent un risque de crédit moindre, et les institutions financières peuvent facilement les transférer d'un secteur à l'autre si besoin est. Celles qui ont d'importants blocs d'actifs admissibles et liquides à leur bilan peuvent les utiliser en tant que sûretés dans le cadre du STPGV. La part des actifs liquides dans l'actif total permet d'évaluer la taille relative du portefeuille d'actifs liquides de chaque établissement ainsi que la rareté de ses actifs liquides disponibles. Le ratio des capitaux propres aux actifs, qui mesure le risque global du portefeuille d'actifs, peut aussi influencer le choix des garanties. Un participant dont le ratio est bas, par exemple, peut présenter un risque d'insolvabilité accru et éprouver des difficultés à emprunter auprès d'autres banques sans fournir de garanties¹⁵. Il voudra alors conserver

¹⁴ Les chiffres relatifs à l'encours de chaque catégorie d'actifs sont tirés du recueil de la Banque du Canada intitulé *Statistiques bancaires et financières*. Les données sur la part de chaque institution financière dans les opérations visant chaque catégorie d'actifs proviennent de l'Association canadienne des courtiers en valeurs mobilières.

¹⁵ Le ratio des actifs liquides à l'actif total et celui des capitaux propres aux actifs pondérés en fonction des risques sont tirés des données trimestrielles sur les bilans publiées par le Bureau du surintendant des institutions financières. Les actifs liquides sont constitués des billets de banque, des dépôts tenus auprès de la Banque du Canada, des titres émis ou garantis par le gouvernement canadien et de ceux émis ou garantis par les administrations provinciales et municipales.

ses actifs les plus liquides en prévision d'éventuels chocs de financement.

Enfin, le taux des prêts à un jour garantis a lui aussi une incidence sur la sélection des sûretés. Lorsque les garanties se font rares, le taux moyen des opérations de pension à un jour (*Canadian Overnight Repo Rate Average* ou CORRA) peut tomber au-dessous de la cible fixée par la Banque du Canada pour le taux du financement à un jour¹⁶. Le taux CORRA s'applique aux opérations conclues sur le marché général des pensions, et il est un bon baromètre de l'évolution quotidienne du taux du financement à un jour. Le marché des pensions portant sur les titres du gouvernement fédéral étant très liquide, les institutions financières peuvent y avoir recours pour obtenir des sûretés à court terme. Lorsque la rareté devient problématique, elles restreindront plutôt leur utilisation de garanties.

Méthodologie

Les modèles de régression classiques se prêtent mal à l'étude de notre sujet. Le choix des garanties offertes par les banques est en effet de type discret et un seul actif peut être sélectionné à la fois. Quant aux modèles à variable dépendante binaire tels que les modèles logit et probit — où la variable considérée ne prend qu'une seule de deux valeurs —, ils ne sont eux non plus d'aucune utilité lorsque l'éventail d'options est plus large. Aucun ordre de préférence n'émerge naturellement quant au choix des sûretés, ni sur le plan temporel ni à l'échelon des institutions financières. L'ordre de sélection des titres peut dépendre aussi bien des besoins de l'établissement en matière de services de paiement, de ses activités de tenue de marché ou de l'état de son bilan que des conditions du marché au moment de la décision. Puisque chacun de ces éléments est susceptible de se répercuter sur le coût d'opportunité des titres acceptés en nantissement pour les besoins du STPGV, un modèle logit conditionnel non ordonné semble le mieux adapté à notre propos¹⁷.

Le groupe de données rassemblées et analysées ici est atypique, puisqu'il porte tant sur les caractéristiques individuelles des institutions financières que sur les attributs propres à la variable de choix. Ces

données serviront à estimer un modèle de la manière dont les participants au STPGV sélectionnent quels titres mettre en nantissement. Le modèle fournit une estimation de la probabilité qu'un type d'actif donné soit apporté en garantie compte tenu d'un ensemble de variables de contrôle décrivant les caractéristiques de l'institution et de facteurs applicables à l'ensemble du marché. La variable dépendante du modèle est égale à un si l'actif est déposé en nantissement et à zéro dans le cas contraire. Chaque observation se compose en fait d'un jeu de variables explicatives se rapportant aux titres parmi lesquels le participant effectue son choix. Afin d'établir quelles caractéristiques de l'institution (taille de l'établissement, composition des actifs, sources de financement, diversification régionale, etc.) influent sur la sélection du titre, nous avons défini une variable muette pour chacune des catégories d'actifs, à l'exception des obligations émises par le gouvernement canadien. Les variables muettes sont ensuite multipliées par la valeur que prennent les variables de contrôle relatives à l'institution examinée : valeur des paiements sortants quotidiens; volatilité réalisée de ces paiements durant le dernier mois; ratio des actifs liquides à l'actif total et ratio des capitaux propres aux actifs au cours du plus récent trimestre; taux du financement à un jour. Comme aucune variable muette n'est appliquée aux obligations du gouvernement canadien, la valeur estimée du coefficient de chacune des variables de contrôle traduit l'effet de celle-ci sur la probabilité qu'un titre précis soit utilisé comme sûreté à la place d'une obligation du gouvernement canadien. Des variables sont également incluses afin de prendre en compte l'incidence de la liquidité générale du marché et des activités de tenue de marché de l'institution.

Nous avons recours à un modèle à durée de vie accélérée pour estimer la probabilité qu'un titre déterminé soit retiré du fonds commun de garanties; cette analyse nous permettra de vérifier si les critères de choix influencent également la durée de détention d'une sûreté dans le système. Considérons le modèle à durée de vie accélérée suivant :

$$\ln(t_j) = x_j \beta_j + \tau_j, \quad (1)$$

où t_j est le moment où le titre est libéré et τ_j est un terme d'erreur. Les valeurs des variables explicatives, x_j , sont arrêtées le jour de l'affectation du titre en garantie.

16 Voir Reid (2007). Le taux CORRA est publié par la Banque du Canada. Il correspond à la moyenne pondérée des taux auxquels se sont négociées les pensions exécutées par l'entremise de courtiers intermédiaires entre 6 h et 16 h.

17 La méthode d'estimation du modèle logit conditionnel (clogit) utilisé est décrite dans l'encadré de la page 15. Voir McFadden (1974) ou, pour une courte introduction, Greene (2008). Notre modèle est spécifié sensiblement de la même façon que celui de Hensher (1986).

Résultats

Notre recherche est circonscrite aux principales institutions financières canadiennes, en raison de l'importance que nous attachons à la liquidité du marché et aux activités de tenue de marché et de l'existence de données relatives aux transactions de ces établissements. (Les six grandes banques examinées sont la Banque de Montréal, la Banque Canadienne Impériale de Commerce, la Banque Nationale du Canada, la Banque Royale du Canada, la Banque Scotia et la Banque Toronto-Dominion.) Pour simplifier le modèle et préserver la confidentialité des données, nous avons fait l'hypothèse que l'incidence des variables indépendantes est la même pour toutes les institutions. Les données de chaque établissement sont introduites séparément mais fusionnées dans un seul modèle¹⁸. Le Tableau 3 présente la valeur estimée des coefficients de chaque variable et leur degré de signification (p). Les valeurs du pseudo R^2 révèlent une adéquation satisfaisante du modèle aux données.

Des variables muettes ont été introduites pour chacune des quatre catégories d'actifs suivantes : bons du Trésor du gouvernement canadien, titres garantis par ce dernier, titres des administrations provinciales et municipales et titres du secteur privé; les obligations émanant du gouvernement canadien font office de catégorie témoin. Un coefficient de signe positif (négatif) indique qu'un titre appartenant à une catégorie particulière a plus (moins) de chances de servir de sûreté qu'une obligation du gouvernement canadien. Les variables muettes donnent une idée des facteurs non observables qui sous-tendent le choix de titres mais qui sont sans rapport avec les variables de contrôle. À en juger par les signes des coefficients, les titres garantis par le gouvernement canadien sont plus susceptibles, en moyenne, d'être offerts en nantissement que les obligations émises par lui, alors que les bons du Trésor, les titres du secteur privé et les titres des administrations provinciales et municipales le sont moins.

Les cinq variables de contrôle retenues représentent les facteurs que l'on croit influencer sur la gestion des garanties mais qui ne dépendent ni de la liquidité des marchés financiers ni des activités de tenue de marché. Chacune d'elles est multipliée par les quatre variables muettes décrites ci-dessus. Un coefficient de signe positif indique que le type d'actif considéré a

Tableau 3 : Estimation d'un modèle logit conditionnel de choix des garanties^a

Variable explicative	Coefficient
Bons du Trésor du gouvernement canadien	1,011 (0,000)
Titres garantis par le gouvernement canadien	0,807 (0,000)
Titres des administrations provinciales et municipales	-1,200 (0,000)
Titres du secteur privé	-0,955 (0,000)
Valeur des paiements sortants x	
bons du Trésor du gouvernement canadien	-0,395 (0,086)
titres garantis par le gouvernement canadien	6,306 (0,000)
titres des adm. provinciales et municipales	-1,536 (0,000)
titres du secteur privé	-1,980 (0,000)
Volatilité des paiements x	
bons du Trésor du gouvernement canadien	2,933 (0,064)
titres garantis par le gouvernement canadien	6,915 (0,000)
titres des adm. provinciales et municipales	3,246 (0,015)
titres du secteur privé	16,855 (0,000)
Ratio des actifs liquides x	
bons du Trésor du gouvernement canadien	11,673 (0,000)
titres garantis par le gouvernement canadien	30,463 (0,000)
titres des adm. provinciales et municipales	8,798 (0,000)
titres du secteur privé	-1,281 (0,559)
Ratio capitaux propres / actifs x	
bons du Trésor du gouvernement canadien	-0,989 (0,000)
titres garantis par le gouvernement canadien	-1,941 (0,000)
titres des adm. provinciales et municipales	-0,716 (0,000)
titres du secteur privé	-0,292 (0,009)
Écart entre les taux à un jour x	
bons du Trésor du gouvernement canadien	3,674 (0,062)
titres garantis par le gouvernement canadien	7,084 (0,000)
titres des adm. provinciales et municipales	1,453 (0,358)
titres du secteur privé	1,746 (0,272)
Liquidité du marché	-3,571 (0,000)
Activités de tenue de marché	1,201 (0,000)
Nombre d'observations	11 189
Valeurs du pseudo R^2	0,392
Degré de signification de la statistique de Wald (p)	0,000

a. Les valeurs des coefficients présentées ci-dessus sont issues de l'estimation d'un modèle logit conditionnel. La période d'estimation va du 28 mars 2002 au 30 mars 2007. Le degré de signification (p) est indiqué entre parenthèses. La variable dépendante est égale à un si l'actif de la catégorie considérée est déposé en nantissement et à zéro dans le cas contraire. Les variables indépendantes incluent des variables muettes pour chacune des catégories d'actifs suivantes : bons du Trésor du gouvernement canadien, titres garantis par ce dernier, titres des administrations provinciales et municipales et titres du secteur privé. Ces variables muettes sont chacune multipliées par la valeur des paiements envoyés le jour de l'affectation du titre en garantie, la volatilité des paiements (égale à l'écart-type de la valeur des paiements sortants calculé pour les 20 derniers jours ouvrables), le ratio des actifs liquides à l'actif total durant le plus récent trimestre, le ratio des capitaux propres aux actifs pondérés en fonction des risques durant ce même trimestre et l'écart entre le taux CORRA et le taux du financement à un jour visé par la Banque du Canada. Les estimations des coefficients associées à la valeur des paiements sortants et à la volatilité des paiements sont multipliées par 10⁴. Les variables suivantes figurent aussi parmi les variables explicatives : la liquidité du marché (calculée en divisant le volume des titres échangés durant le dernier trimestre par l'encours moyen des titres au cours de ce trimestre); et les activités de tenue de marché (part de l'institution financière dans les transactions relatives à chacune des catégories d'actifs).

18 L'emploi de variables muettes saisonnières (c'est-à-dire trimestrielles) serait peut-être indiqué, mais notre cadre d'analyse ne peut intégrer que des variables qui diffèrent selon les choix offerts ou selon les caractéristiques de l'institution. Il n'est donc pas possible de prendre en compte les modifications du comportement des institutions au fil du temps.

de plus fortes chances d'être mis en garantie, relativement à une obligation du gouvernement canadien, lorsque la variable de contrôle augmente. Si, par exemple, la valeur des paiements sortants s'accroît un jour donné, les institutions préfèrent avoir recours aux obligations du gouvernement canadien pour satisfaire aux exigences de nantissement (les coefficients sont tous négatifs). Sur un plan plus intuitif, si la garantie ne doit être fournie que pour une brève durée, l'établissement peut soit chercher des titres bon marché, soit utiliser une obligation du gouvernement canadien, plus facile à obtenir mais généralement plus chère — sachant qu'il pourra la revendre une fois qu'il n'en aura plus besoin comme sûreté.

À l'opposé, lorsque la volatilité des paiements s'accroît, tous les titres à l'exception des bons du Trésor deviennent plus susceptibles d'être affectés en garantie (toujours par rapport aux obligations du gouvernement canadien). Cela vaut tout particulièrement pour les titres du secteur privé. Cette probabilité accrue pourrait s'expliquer par le motif de précaution qui sous-tend la détention de sûretés et la prudence qui caractérise les gestionnaires de garanties. Quand la volatilité est forte et persistante, ces derniers sont enclins à augmenter le volume de sûretés peu coûteuses à l'appui des paiements traités par le STPGV.

Plus le ratio des actifs liquides est élevé, plus l'institution financière est portée à mettre en nantissement des bons du Trésor, des titres garantis par le gouvernement canadien ou des titres des administrations provinciales ou municipales plutôt que des obligations du gouvernement canadien.

Le ratio des actifs liquides à l'actif total peut renseigner sur la rareté relative de ces actifs au sein de l'institution financière. Les résultats de nos estimations portent à croire que plus ce ratio est élevé, plus l'établissement est porté à mettre en nantissement des bons du Trésor, des titres garantis par le gouvernement canadien ou des titres des administrations provinciales ou municipales plutôt que des obligations du gouvernement canadien. Le recours aux autres actifs liquides peut être relativement élevé parce que l'institution réserve les obligations du gouvernement canadien à d'autres fins.

Les estimations montrent également qu'en cas de baisse du ratio total des capitaux propres aux actifs, les banques sont plus susceptibles d'offrir d'autres titres que les obligations du gouvernement canadien (on obtient des résultats analogues avec le ratio des fonds propres de base défini dans les accords de Bâle). Par ailleurs, une réduction du ratio des capitaux propres aux actifs peut signaler un accroissement du risque d'insolvabilité. Les institutions financières qui voient leur ratio diminuer conserveront leurs actifs les plus liquides (p. ex., leurs obligations du gouvernement canadien), car elles savent que ceux-ci seront acceptés par un plus large éventail d'acteurs du marché si elles ont besoin de fonds additionnels.

Un recul du taux du financement à un jour par rapport au niveau visé par la Banque du Canada tendrait à indiquer que les sûretés de grande qualité se raréfient (les titres très convoités se négociant à un taux moindre sur le marché des pensions, les détenteurs de ces titres peuvent, en les prêtant, obtenir des liquidités auxquelles s'applique un taux d'intérêt inférieur). Les résultats statistiquement significatifs présentés au Tableau 3 donnent à penser qu'en ce cas, les banques préfèrent apporter en nantissement des obligations émanant du gouvernement canadien plutôt que des titres garantis par ce dernier. Ce résultat est moins conforme à l'intuition et pourrait comporter un biais, puisque la quantité de sûretés de grande qualité et le « prix » des garanties sont déterminés de façon endogène.

Le résultat qui nous intéresse le plus concerne l'incidence de la liquidité du marché et des activités de tenue de marché de l'institution sur le choix des sûretés. Les coefficients reproduits au Tableau 3 sont statistiquement significatifs pour ces deux variables. Un accroissement de la liquidité d'un segment donné du marché des titres à revenu fixe (mesurée par le taux de rotation) a pour effet de réduire la probabilité qu'un titre appartenant à ce segment soit mis en nantissement. On comprend facilement que les titres très liquides soient des actifs trop précieux pour servir de simples sûretés du point de vue du pupitre de négociation d'une banque. Les actifs liquides fournis en garantie peuvent certes être récupérés au besoin, mais les coûts opérationnels afférents ne se justifient peut-être pas.

Par contre, l'institution financière sera plus portée à choisir un actif pour lequel elle joue un rôle important de tenue de marché. Les banques qui sont très actives dans un segment précis du marché des titres à revenu fixe possèdent une expertise plus poussée dans la gestion des actifs de ce segment. Bien

qu'elles puissent hésiter à affecter en garantie des titres faisant partie du portefeuille qu'elles détiennent aux fins d'animation du marché, il est possible que leur capacité supérieure à suivre l'évolution du niveau d'activité sur celui-ci les rende plus efficaces sur ce plan.

L'analyse de la durée de détention des garanties menée à partir du même ensemble de données produit des résultats conformes à ceux que nous avons obtenus au moyen du modèle logit conditionnel non ordonné, appliqué au choix des garanties. Un modèle distinct est estimé pour chacune des catégories d'actifs¹⁹. Les estimations présentées au Tableau 4 révèlent si la durée du maintien d'un titre dans le fonds commun de garanties du STPGV augmente ou diminue en cas de hausse de la valeur des variables indépendantes.

D'après les résultats reproduits au Tableau 4, une hausse de la liquidité du marché réduit la durée de détention de la sûreté, alors qu'une intensification des activités de tenue de marché a l'effet contraire, et ce, pour quatre des cinq catégories d'actifs. On observe exactement l'inverse dans le cas des titres garantis par le gouvernement canadien : si la liquidité du marché augmente, le titre n'est pas retiré aussi rapidement du fonds commun de garanties, et si les activités de tenue de marché s'accroissent, le titre est récupéré plus tôt. Il serait intéressant d'étudier quelle caractéristique des titres garantis par le gouvernement canadien est à l'origine de ce résultat.

En ce qui concerne les variables de contrôle, les estimations tirées du modèle à durée de vie accélérée concordent avec celles issues du modèle logit conditionnel non ordonné. Par exemple, si la valeur des paiements sortants s'élève, le titre séjourne moins longtemps dans le fonds commun de garanties du STPGV, ce qui donne à penser que cette variable est davantage liée aux besoins à court terme en matière de nantissement. Par contraste, lorsque la volatilité est forte au cours du mois précédent, la durée de détention s'allonge pour toutes les sûretés.

Synthèse et conclusions

Il est important de déterminer comment les participants au STPGV utilisent les actifs à leur disposition, tout particulièrement dans un contexte où le recours aux garanties s'est accru et où certains titres semblent se faire rares. L'analyse empirique présentée a permis de dresser une longue liste des facteurs qui

Tableau 4 : Analyse de la durée de détention des garanties menée au moyen d'un modèle à durée de vie accélérée^a

	Garantie				
	Oblig. du gouv. can.	Bons du Trésor	Titres garantis par le gouv. can.	Titres des adm. prov. et mun.	Titres du secteur privé
Valeur des paiements sortants	-2,687 (0,000)	-2,443 (0,000)	0,851 (0,111)	-1,954 (0,000)	-0,438 (0,111)
Volatilité des paiements	5,753 (0,000)	1,571 (0,389)	11,902 (0,000)	7,590 (0,000)	5,093 (0,000)
Ratio des actifs liquides	10,651 (0,000)	20,859 (0,000)	-0,659 (0,258)	7,605 (0,000)	27,968 (0,000)
Ratio capitaux propres / actifs	0,390 (0,001)	-1,333 (0,000)	0,536 (0,000)	-0,377 (0,027)	0,292 (0,044)
Écart entre les taux à un jour	6,341 (0,000)	2,994 (0,079)	-1,558 (0,189)	3,162 (0,074)	1,846 (0,188)
Liquidité du marché	-9,031 (0,000)	-56,406 (0,001)	20,076 (0,001)	-7,936 (0,056)	-13,593 (0,001)
Activités de tenue de marché	5,231 (0,017)	2,658 (0,005)	1,423 (0,000)	4,508 (0,022)	12,093 (0,017)
Constante	1,615 (0,000)	2,691 (0,000)	0,605 (0,000)	1,749 (0,000)	-2,861 (0,000)
Nombre d'observations	1 188	857	6 922	1 068	1 154
Vraisemblance logarithmique	-2 019,4	-1 377,3	-8 458,2	-1 755,8	-1 929,9
Degré de signification du test du rapport des vraisemblances (p)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

a. Les valeurs des coefficients présentées ci-dessus sont issues de l'estimation d'un modèle à durée de vie accélérée (voir l'équation 1) pour chacune des catégories d'actifs. La distribution du terme d'erreur suit une loi de Weibull. La période d'estimation va du 28 mars 2002 au 30 mars 2007. La variable dépendante, $\ln(t)$, est le logarithme du nombre de jours durant lequel le titre est mis en nantissement. Le degré de signification (p) est indiqué entre parenthèses. Les variables indépendantes incluent des variables muettes pour chacune des catégories d'actifs suivantes : bons du Trésor du gouvernement canadien, titres garantis par ce dernier, titres des administrations provinciales et municipales et titres du secteur privé. Ces variables muettes sont chacune multipliées par la valeur des paiements envoyés le jour de l'affectation du titre en garantie, la volatilité des paiements (égale à l'écart-type de la valeur des paiements sortants calculé pour les 20 derniers jours ouvrables), le ratio des actifs liquides à l'actif total durant le plus récent trimestre, le ratio des capitaux propres aux actifs pondérés en fonction des risques durant ce même trimestre et l'écart entre le taux CORRA et le taux du financement à un jour visé par la Banque du Canada. Les estimations des coefficients associées à la valeur des paiements sortants et à la volatilité des paiements sont multipliées par 10^{-4} . Les variables suivantes figurent aussi parmi les variables explicatives : la liquidité du marché (calculée en divisant le volume des titres échangés durant le dernier trimestre par l'encours moyen des titres au cours de ce trimestre); et les activités de tenue de marché (part de l'institution financière dans les transactions relatives à chacune des catégories d'actifs).

19 Nous postulons que la distribution de la variable aléatoire de l'équation (1), τ_i , suit une loi de Weibull, mais les résultats ne sont pas sensibles au choix d'autres lois de probabilité.

influencent le choix des garanties sur les marchés financiers de gros. On connaît déjà le rôle joué par bon nombre de ces facteurs (dont la dynamique des flux de paiements, les variables de bilan et les taux d'intérêt du marché), mais notre analyse apporte des données nouvelles quant à l'incidence que la liquidité du marché et le niveau de participation de l'institution aux marchés des titres à revenu fixe peuvent avoir sur la sélection des sûretés.

Nos résultats montrent clairement que la liquidité relative du marché et les activités de tenue de marché pèsent lourd dans la sélection des sûretés. Comme les activités de tenue de marché peuvent être lucratives, il paraît normal que les institutions financières se tournent d'abord vers les actifs de leur portefeuille dont elles n'ont pas besoin immédiatement à d'autres fins, c'est-à-dire vers ceux qui sont moins activement négociés ou moins liquides²⁰. Il est compréhensible également que les établissements puisent dans les stocks d'actifs qu'ils savent le mieux gérer, car leur connaissance du risque de position associé à ces titres leur permettra de minimiser à terme leurs coûts temporaires de financement.

Nos résultats montrent clairement que la liquidité relative du marché et les activités de tenue de marché pèsent lourd dans la sélection des sûretés.

La détention de titres admissibles en garantie sur les marchés financiers de gros comporte un coût d'opportunité implicite. Certains des actifs servant de sûretés dans le cadre du STPGV sont particulièrement susceptibles d'être affectés à d'autres fins lucratives. C'est le cas des actifs très liquides tels que les bons du Trésor et les obligations du gouvernement cana-

dien, qui sont fort convoités et dont l'usage à titre de garantie a diminué depuis l'élargissement de la liste des titres acceptés en nantissement. Cependant, il arrive encore que ces titres soient apportés en garantie pour répondre à des besoins de court terme. Il n'empêche qu'il est plus économique d'offrir les titres moins liquides mais mieux rémunérés pour lesquels l'institution financière dispose d'un avantage comparatif sur le plan de la gestion.

Globalement, les résultats indiquent que les garanties sont gérées avec prudence. Les institutions financières doivent maintenir un juste équilibre entre le risque et le rendement, en réduisant le plus possible leurs coûts d'emprunt, en diversifiant leurs sources de financement et en demeurant attentives au coût des mouvements de garanties.

Les résultats présentés ici intéressent directement les décideurs publics tels que la Banque du Canada, qui se préoccupe à la fois du bon fonctionnement des marchés des titres à revenu fixe et du risque de crédit qu'elle assume en dernier ressort en se portant garante du règlement des opérations dans le STPGV. Grâce aux nouvelles observations recueillies sur le comportement des institutions financières, on pourra prendre des décisions plus avisées au moment de modifier les politiques en matière de nantissement, notamment en ce qui concerne l'admissibilité des actifs comme garantie.

Afin de rester à l'affût de l'évolution de l'environnement financier et des comportements des institutions, il faudra continuer à suivre de près et à étudier les pratiques de gestion des garanties. Les travaux futurs approfondiront la question, en s'attachant plus particulièrement aux changements imposés par la récente crise financière et à l'accroissement des émissions de titres que celle-ci a nécessitée de la part du gouvernement canadien.

²⁰ Les sûretés liquides ou faciles à réaffecter sont des ressources précieuses pour les institutions qui ont besoin de capitaux temporaires pour un grand nombre de leurs activités. D'après les études consacrées aux titres des émissions de référence (les plus activement négociés), la liquidité et le prix des actifs assortis de flux de trésorerie semblables peuvent varier de façon appréciable d'un titre à l'autre.

Ouvrages et articles cités

- Arjani, N., et D. McVanel (2006). *Le Système canadien de transfert de paiements de grande valeur : notions de base*, Banque du Canada. Internet : http://www.banqueducanada.ca/fr/financier/stpv_neville.pdf.
- Armstrong, J., et G. Caldwell (2008). « Les banques et le risque de liquidité : tendances et leçons tirées des récentes perturbations », *Revue du système financier*, Banque du Canada, décembre, p. 55-60.
- Banque de France (2008). *Revue de la stabilité financière*, février. Numéro spécial liquidité. Internet : http://www.banque-france.fr/fr/publications/rsf/rsf_022008.htm.
- Bindseil, U., et F. Papadia (2006). *Credit Risk Mitigation in Central Bank Operations and Its Effects on Financial Markets: The Case of the Eurosystem*, étude spécifique n° 49, Banque centrale européenne.
- Brunnermeier, M. K., et L. H. Pedersen (2009). « Market Liquidity and Funding Liquidity », *The Review of Financial Studies*, vol. 22, n° 6, p. 2201-2238.
- Comité sur le système financier mondial (2001). *Collateral in Wholesale Financial Markets: Recent Trends, Risk Management and Market Dynamics*, rapport du Groupe de travail sur les sûretés, publication n° 17 du Comité, Bâle, Banque des Règlements Internationaux, mars. Internet : <http://www.bis.org/publ/cgfs17.pdf?noframes=1>.
- Decker, P. A. (2000). *The Changing Character of Liquidity and Liquidity Risk Management: A Regulator's Perspective*, Supervision and Regulation Department, Banque fédérale de réserve de Chicago, coll. « Emerging Issues », n° S&R-2000-5.
- Diamond, D. W., et R. G. Rajan (2001). « Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking », *Journal of Political Economy*, vol. 109, n° 2, p. 287-327.
- D'Souza, C., et C. Gaa (2004). « How Liquid are Canadas? », *Canadian Investment Review*, hiver, p. 23-28.
- Fleming, M. J., et E. M. Remolona (1999). « Price Formation and Liquidity in the U.S. Treasury Market: The Response to Public Information », *The Journal of Finance*, vol. 54, n° 5, p. 1901-1915.
- Goodhart, C. (2008). « La gestion du risque de liquidité », *Revue de la stabilité financière*, Banque de France, février. Numéro spécial liquidité. Internet : http://www.banque-france.fr/fr/publications/rsf/rsf_022008.htm.
- Greene, W. H. (2008). *Econometric Analysis*, 6^e éd., New Jersey, Prentice Hall.
- Hensher, D. A. (1986). « Sequential and Full Information Maximum Likelihood Estimation of a Nested Logit Model », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 68, n° 4, p. 657-667.
- McFadden, D. (1974). « Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior », *Frontiers in Econometrics*, sous la direction de P. Zarembka, New York, Academic Press, p. 105-142.
- McPhail, K., et A. Vakos (2003). *Excess Collateral in the LVTS: How Much Is Too Much?*, document de travail n° 2003-36, Banque du Canada.
- Reid, C. (2007). « Le marché canadien du financement à un jour : évolution récente et changements structurels », *Revue de la Banque du Canada*, printemps, p. 15-31.
- Strahan, P. E., E. Gatev et T. Schuermann (2004). *How Do Banks Manage Liquidity Risk? Evidence from Equity and Deposit Markets in the Fall of 1998*, document de travail n° 10982, National Bureau of Economic Research.

Méthodologie empirique

Le modèle de choix de McFadden (1974) comporte une suite d'options non ordonnées, pouvant aller de 1 à J . Posons que y_{jt} est une variable binaire indiquant le choix fait par l'institution financière : $y_{jt} = 1$ si celle-ci met le titre j en garantie le jour t , et $y_{jt} = 0$ si $j' \neq j$. Les variables indépendantes du modèle, $z_{jt} = [x_{jt}, w_t]$, peuvent être réparties en deux groupes : les premières, x_{jt} , décrivent les attributs de l'éventail des choix le jour t , et les secondes, w_t , les caractéristiques de l'institution le jour t .

Les modèles de choix non ordonnés se fondent sur la théorie de l'utilité aléatoire. Les institutions financières maximisent leur utilité, en cherchant à équilibrer le rendement et les risques dans la gestion des actifs de leur bilan. L'utilité que l'option j procure, le jour t , à l'entreprise qui a le choix entre J options est :

$$U_{jt} = \beta' z_{jt} + \varepsilon_{jt}.$$

L'option j retenue par la banque est par hypothèse celle qui maximise l'utilité, U_{jt} , parmi les J utilités possibles. Le modèle statistique repose sur la probabilité que le choix de l'institution se porte sur l'option j , soit

$$\Pr(U_{jt} > U_{j't})$$

pour tout $j' \neq j$. Si et seulement si les J termes d'erreur sont indépendants et identiquement distribués selon une loi de Weibull,

$$F(\varepsilon_{jt}) = \exp(e^{-\varepsilon_{jt}});$$

alors

$$\Pr(y_{jt} = j) = ((e^{\beta' z_{jt}}) / (\sum_j e^{\beta' z_{jt}})) = ((e^{\delta' x_{jt} + \alpha' w_t}) / (\sum_j e^{\delta' x_{jt} + \alpha' w_t})).$$

Le modèle logit conditionnel convient à l'étude des choix qui se fondent au moins en partie sur les attributs observables de chaque option. Pour permettre l'analyse des différents effets en jeu, notre modèle doit comporter — pour chacune des options envisagées — des variables muettes, qui sont ensuite multipliées par les caractéristiques de l'institution, w . Ainsi, les coefficients pourront varier selon l'option choisie plutôt qu'en fonction de ces caractéristiques et ne disparaîtront pas de l'équation. L'estimation d'un modèle par la méthode du maximum de vraisemblance ne pose aucune difficulté lorsque la variable dépendante ne prend que la valeur de zéro ou de un. La fonction logarithmique de vraisemblance est

$$\log L = \sum_t \log \Pr(y_{jt} = j) = \sum_t \sum_j d_{jt} \log \Pr(y_{jt} = j),$$

où d_{jt} est égal à un si l'option j est choisie le jour t et à zéro dans le cas contraire. Le modèle diffère légèrement d'un modèle de régression logistique puisque les données sont groupées et que la vraisemblance d'un choix donné est calculée par rapport à tous les autres choix qui s'offrent à l'institution². Lorsque le modèle est estimé pour plus d'une institution financière, une version distincte des équations ci-dessus est générée pour chaque institution et la fonction logarithmique de vraisemblance comporte une sommation sur l'ensemble des institutions.

1 Le modèle logit multinomial peut être utilisé lorsque seules les caractéristiques de l'institution sont observées.

2 Les modèles logit conditionnel et multinomial sont faciles d'utilisation, mais ils supposent que le ratio des probabilités de choix de deux options i et j est indépendant de toute autre option.

La complexité propre à la gestion des risques financiers et les risques systémiques*

Frank Milne†

- *Crise financière oblige, les systèmes de gestion des risques sont passés au crible et font l'objet d'appels en faveur de leur amélioration et de l'élargissement du rôle des autorités réglementaires qui les encadrent.*
- *Les techniques modernes de gestion des risques et la théorie sur laquelle elles s'appuient sont complexes. Les énormes carences mises au jour par la crise actuelle rendent nécessaire l'examen de certaines stratégies pour rehausser la qualité tant de la gestion des risques que des pratiques réglementaires.*
- *La réglementation prudentielle devrait être axée sur les défaillances susceptibles de survenir au sein de l'institution financière ainsi que dans ses interactions avec d'autres institutions sur les marchés.*
- *Les défaillances des marchés liées aux risques de liquidité et aux risques systémiques nécessitent l'émergence de nouvelles techniques fondées sur la participation et la coopération des institutions financières et des autorités réglementaires.*

La crise financière internationale que nous connaissons a donné lieu à des appels en faveur d'une amélioration des systèmes de gestion des risques utilisés par les institutions financières et de l'élargissement du rôle des autorités réglementaires qui encadrent ces systèmes¹. Les recommandations formulées établissent une distinction entre les dimensions microprudentielle et macroprudentielle de la réglementation. Les règles microprudentielles concernent le détail de la réglementation appliquée aux institutions financières et portent notamment sur les risques auxquels celles-ci s'exposent et sur l'adéquation de leurs fonds propres. Les règles macroprudentielles ont trait aux risques systémiques, c'est-à-dire aux risques découlant des opérations entre les banques et le reste du système financier. Les recommandations d'ordre macroprudentiel ne seront pas abordées dans le présent article, qui mettra plutôt l'accent sur l'interactivité essentielle entre les deux pôles de la réglementation. Cette interactivité est cruciale aussi bien pour la gestion des risques au sein des banques et des autres institutions financières qu'en ce qui concerne les tentatives des systèmes réglementaires microprudentiels de prendre en compte la manière dont les effets systémiques macroprudentiels touchent chaque établissement financier.

Beaucoup ne perçoivent pas les difficultés que pose l'utilisation des systèmes de gestion des risques. Concevoir et exploiter ces systèmes n'est pas une mince affaire et exige d'associer avec soin la théorie financière et bancaire moderne, les méthodes quantitatives et la réflexion — inspirée d'une longue

* Le présent article reprend des éléments d'une étude plus longue et plus technique de l'auteur (Milne, 2008b).

† L'auteur a été conseiller spécial à la Banque du Canada de 2008 à 2009.

1 Plusieurs rapports ont été produits au niveau international. Voir par exemple celui qu'a préparé De Larosière (2009) pour la Banque centrale européenne. Pour le Royaume-Uni, on consultera le rapport Turner (Financial Services Authority, 2009a) et la réaction de la Financial Services Authority (2009b). Voir pour les États-Unis l'analyse étayée de la crise et des différentes carences et réformes des cadres réglementaires présentée dans Acharya et Richardson (2009).

expérience de l'analyse du crédit, du droit et des règles comptables ainsi que d'autres domaines névralgiques. Trop souvent, on semble croire qu'il suffirait d'améliorer l'usage des données, de renforcer les règles microprudentielles ou encore de limiter les incitations pernicieuses. Tous ces nobles objectifs ne cernent pas la complexité inhérente au processus de gestion des risques. J'estime pour ma part que les questions à l'étude sont ardues et demandent une analyse minutieuse des systèmes modernes de gestion des risques et de la théorie sur laquelle ils reposent. En particulier, il m'apparaît que les principales théories à l'origine de nombreux systèmes de négociation d'actifs et de gestion des risques présents dans les institutions financières ont évacué les incidences systémiques, et que cet a priori porte certains établissements à prendre des risques systémiques dont ils ne mesurent pas l'ampleur. Les gestionnaires de risques chevronnés se servent des modèles quantitatifs comme guides, mais savent adapter leurs décisions à l'information qualitative disponible et aux effets non modélisés par les systèmes existants ou difficiles à modéliser. Malgré la complexité de la tâche et la gravité des lacunes révélées par la crise actuelle, il existe des moyens d'apporter les changements requis. Dans le présent article, j'entends examiner certaines stratégies qui sont susceptibles d'améliorer les systèmes de gestion des risques et les pratiques en matière de réglementation microprudentielle.

Cette microanalyse — fondée sur une approche « ascendante » — éclairera les causes possibles des risques systémiques pesant sur le système financier. Elle permettra aussi de faire le lien entre la réglementation microprudentielle qui encadre les systèmes de gestion des risques et les défauts de ces systèmes pouvant être à la source de risques systémiques. Pour comprendre de quoi il retourne, il convient d'abord d'étudier les principes fondamentaux de la gestion des risques au sein de l'institution financière en s'attardant sur les forces et faiblesses de cette gestion. Il s'agira ensuite d'intégrer les systèmes de gestion des risques dans des marchés où interagissent des établissements financiers, en précisant de la sorte les relations entre ceux-ci et les marchés financiers. Cet angle de recherche est parfois qualifié d'approche de réseau², mais les économistes y verront une analyse d'équilibre général en économie concurrentielle ou, dans le champ des études d'organisation industrielle consacrées aux oligopoles, une approche

stratégique. L'avantage supplémentaire de cette forme d'analyse est qu'elle fournit un cadre cohérent pour traiter aussi bien de l'analyse microprudentielle de la gestion des risques que des problèmes associés au risque systémique. Ce cadre, bien qu'incomplet — nos connaissances sont fâcheusement lacunaires —, propose une voie prometteuse en vue d'aborder les crises financières et les règles prudentielles.

Les systèmes de gestion des risques : problèmes et enjeux

Les systèmes de gestion des risques sont le fruit d'une évolution qui s'est étalée sur plusieurs décennies. Les institutions de crédit recourent de longue date à des méthodes de notation pour la gestion de leur portefeuille de prêts; elles font aussi appel à d'autres techniques pour gérer les risques de crédit, notamment en modulant leurs taux, leurs expositions individuelles et leurs exigences en matière de nantissement et en concluant des arrangements avec les autres créanciers en cas de défaut de paiement. Dans la mesure où l'essentiel de leur portefeuille de prêts était illiquide, les banques disposaient de peu de moyens de couverture. Avec le temps, leurs méthodes ont été appliquées de manière de plus en plus machinale, grâce aux systèmes de « pointage » et à d'autres outils. Mais des changements importants se sont produits plus récemment lorsque la titrisation a permis de plus en plus aux établissements de couvrir et d'échanger leurs risques de crédit. Ce bouleversement a forcé l'intégration dans des systèmes plus classiques de méthodes différentes d'évaluation, de couverture et de gestion du risque de crédit. Ce processus d'intégration s'est accompagné de problèmes de fond, que la crise récente a fait apparaître au grand jour.

Les difficultés que présentent les systèmes privés de gestion des risques sont de deux ordres : elles ont trait, d'une part, à la formulation théorique sous-jacente et, d'autre part, à l'étalonnage statistique. Les modèles existants sont une synthèse des systèmes traditionnels de crédit et du modèle de négociation, de couverture et d'évaluation d'actifs à la Arrow-Debreu (modèle d'efficience des marchés). Selon ce modèle, il est possible d'évaluer les actifs à partir d'une structure factorielle dynamique. Les facteurs de risque sous-jacents à cette structure (après diversification) sont négociables sur des marchés concurrentiels dépourvus de frictions et peuvent servir à évaluer des actifs par l'application de méthodes d'arbitrage. En substance, nous avons affaire ici à une économie d'équilibre général dotée d'un système linéaire dyna-

2 Allen et Gale (2000) ont examiné très tôt ce problème. Ils offrent par ailleurs une synthèse de la littérature la plus récente (2007, chap. 10).

mique permettant la couverture et l'évaluation des actifs et de leurs dérivés. Malheureusement, dans la logique du modèle, ni le système financier ni la négociation des produits financiers dérivés n'apportent la moindre plus-value sur le plan du bien-être. Loin de prendre cette carence conceptuelle à la légère, les théoriciens modernes ont introduit plusieurs frictions afin de justifier l'existence d'une activité bancaire, de l'intermédiation financière et de systèmes financiers évolués. Dans leur vision, les opérations internes de crédit et de négociation des institutions financières ne se substituent pas aux marchés, mais ont une fonction complémentaire, ce qui permet de régler les épineux problèmes de délégation et d'information, autrement insolubles sur un marché sans frictions³.

Les théoriciens de la banque ont très peu réfléchi à la gestion des risques, au plan théorique comme empirique, leur approche étant dominée par un modèle d'efficience des marchés exempt de frictions et relevant prétendument de l'ingénierie financière. Depuis peu, les chercheurs qui s'intéressent au sujet tentent de maîtriser les subtilités théoriques causées par les frictions (p. ex., les coûts de transaction et l'illiquidité) à l'aide de modèles de forme réduite. Cependant, les problèmes stratégiques plus généraux de la littérature bancaire sont délaissés. Le présent article examine les études théoriques parues sur la gestion des risques et certaines méthodes utilisées en vue d'introduire la variable liquidité dans les modèles. La simplicité relative et la taille modeste de la majorité des modèles proposés en théorie bancaire font également problème. Exploratoires, ceux-ci permettent de considérer des possibilités logiques susceptibles de concorder avec des faits stylisés, mais ils ne sont pas près d'être intégrables à un système de gestion des risques. On se trouve là devant l'une des grandes carences de l'état de nos connaissances.

Le second défaut des systèmes de gestion des risques touche à l'étalonnage du modèle sans frictions retenu. En effet, cet étalonnage dépend largement de séries chronologiques et de données financières transversales, lesquelles comportent des non-stationnarités bien connues et difficilement prévisibles. Loin de l'analyse statistique d'un système mécanique fixe (démarche typique de l'ingénierie financière), l'usage intelligent des modèles implique une certaine dose de jugement pour savoir tenir compte des observations non quantitatives, de l'expérience, de l'innovation financière, des changements législatifs et d'une foule

d'autres risques. Cette complexité n'échappe pas aux véritables praticiens de la gestion des risques, qui connaissent les dangers qu'il y a à être obsédé par des modèles potentiellement trompeurs et par la précision statistique (en somme à s'évertuer à astiquer les enjoliveurs d'une vieille guimbarde). Des progrès sont envisageables dans ce domaine, mais ils pourraient ne pas être très significatifs. Sans conteste, des séries de données plus longues et plus détaillées aideraient, mais les causes fondamentales de la non-stationnarité relevée limitent les bénéfices attendus de l'ajout de données plus anciennes.

Cette complexité n'échappe pas aux véritables praticiens de la gestion des risques, qui connaissent les dangers qu'il y a à être obsédé par des modèles potentiellement trompeurs et par la précision statistique.

Les risques systémiques compliquent davantage la mission des autorités réglementaires. Contrairement à l'approche partielle, concurrentielle et privée de frictions adoptée par les institutions financières dont les systèmes de gestion des risques traitent l'environnement comme un fait acquis, les risques systémiques nécessitent une modélisation du système financier, afin de dégager les interactions entre les établissements et les éventuelles interactions avec l'économie réelle. Il importe également, pour justifier une intervention réglementaire, que soient répertoriés les cas plausibles de défaillance des marchés⁴.

L'illiquidité des marchés d'actifs constituerait une défaillance de cet ordre⁵. Des prototypes de modèles permettent la prise en compte de divers types d'illiquidité dans la modélisation de portefeuilles d'actifs et les méthodes d'évaluation basées sur la théorie de l'arbitrage. Les prochaines sections fourniront un aperçu de quelques modèles élémentaires ainsi que des indications au sujet de leur intégration dans les systèmes de gestion des risques. Formaliser des marchés illiquides a la vertu de fournir un cadre cohérent — impensable dans un modèle dépourvu de frictions — pour déterminer comment modifier les systèmes de chaque institution et pour justifier une

³ On gagnera à lire sur ce point l'excellente analyse que présente Helliwig (2008) en termes clairs ainsi que ses observations judicieuses sur les défaillances de la gestion du risque et des cadres réglementaires durant la crise.

⁴ C'est l'approche préconisée par Allen et Gale (2007) et reprise par Milne (2008a et b) ainsi que par Acharya et autres (2009).

⁵ Loin de moi l'idée qu'il puisse s'agir de la seule forme d'externalité. Le risque de contrepartie en est une autre.

intervention des autorités réglementaires. Bref, des marchés illiquides peuvent créer une forme d'externalité financière dans laquelle l'achat ou la vente d'un actif par un établissement peut se répercuter sur les prix et toucher d'autres établissements par le truchement d'effets de prix ou de richesse.

Théorie de la gestion des risques

Le modèle classique de portefeuilles à deux dates est l'outil de formalisation le plus simple des systèmes de gestion des risques. Dans ce modèle, les institutions financières ont aujourd'hui des actifs et des passifs à leur bilan et peuvent estimer la distribution de leurs rendements nets en date de demain⁶. L'objet de la gestion des risques est d'estimer avec précision la distribution des rendements et, en particulier, les pertes extrêmes (c'est-à-dire les pertes peu probables). Ce problème d'estimation est délicat.

Les institutions financières possèdent des actifs de plusieurs catégories : actions, prêts hypothécaires, prêts aux entreprises et produits dérivés présents dans les portefeuilles de négociation. Chacune de ces catégories est assortie de caractéristiques de rendement et de problèmes d'estimation uniques. Considérons pour commencer le modèle élémentaire de gestion de portefeuille universellement enseigné aux candidats du baccalauréat ou du MBA dans les cours de théorie financière. L'opérabilité de ce modèle peut être améliorée en posant que les rendements d'actifs s'expliquent par une fonction linéaire de certains risques fondamentaux appelés « facteurs ». L'illustration la plus simple de cette démarche nous est fournie par le modèle dit de marché, dans lequel le rendement des actions est par hypothèse une fonction linéaire du taux d'intérêt à court terme, de l'indice de rendement du marché et d'un terme d'erreur aléatoire. Chaque facteur de risque aléatoire est multiplié par un coefficient reflétant l'incidence relative du facteur retenu sur l'évolution du rendement formalisé. On peut étoffer le modèle en y faisant intervenir d'autres facteurs aléatoires (p. ex., le rendement des obligations à long terme). En finance appliquée, on modélise depuis longtemps les rendements à l'aide de facteurs aléatoires, et c'est sur cette hypothèse que reposent tous les systèmes de gestion des risques.

Dans les années 1970, il est devenu évident que le rendement d'un portefeuille d'actions important — et suffisamment diversifié pour que la somme des termes d'erreur aléatoire pondérés en fonction de chacun des

titres détenus par l'établissement financier avoisine zéro selon la loi des grands nombres — pouvait être approximé par une combinaison linéaire des rendements des facteurs de risque. On a compris également que les fluctuations du prix des actifs compris dans les portefeuilles diversifiés seraient limitées par les possibilités d'arbitrage. Pour s'en convaincre, il suffit de faire abstraction des termes d'erreur (que la diversification ramène à zéro) et de présumer que les facteurs sont en nombre restreint, disons deux. On peut ensuite déduire pour chaque facteur une prime de risque grâce à des opérations élémentaires d'algèbre linéaire. Il devient alors possible d'exprimer le prix courant de chaque action sous la forme d'une combinaison linéaire des primes de risque associées aux facteurs sous-jacents, pondérées par les coefficients. Si cette règle linéaire ne tenait pas, n'importe quel investisseur pourrait réaliser des profits illimités en adoptant un portefeuille d'actions diversifié. Cette approche factorielle d'évaluation des titres porte plusieurs noms suivant le domaine d'application : théorie de l'arbitrage appliquée à l'évaluation des actifs (*Arbitrage-Pricing Theory* ou APT); méthode de détermination du prix des produits dérivés dans le cadre d'un modèle à une période; ou bien théorème généralisé de Modigliani-Miller (Milne, 2003, chap. 4 et 7). Les fonds de couverture se servent de variantes évoluées de cette méthode de base.

Aux yeux des économistes financiers, cette méthode d'évaluation des actifs au moyen d'un modèle à une période (ou de modèles plus sophistiqués à plusieurs périodes) avait la vertu d'être simple et assez facile à mettre en œuvre avec les techniques économétriques usuelles. Elle avait cependant quelques défauts : la théorie posait l'existence de facteurs aléatoires sans toutefois expliquer leur mode de sélection ni préciser s'ils variaient dans le temps. On pouvait bien sûr faire appel à l'analyse de régression ou à l'analyse factorielle (en composantes principales) pour estimer le nombre et les types de facteurs en cause de même que les coefficients de l'équation linéaire, mais une question demeurait : ces coefficients étaient-ils stables au fil du temps ou conditionnés par les variables observables du marché? Ces interrogations n'ont jamais été totalement levées, même si au terme d'une batterie de tests empiriques, certains facteurs communs ont fini par ressortir (ceux que les manuels du MBA évoquent le plus souvent sont les indices boursiers, les taux d'intérêt à court terme ou des facteurs sectoriels tirés d'indices boursiers sectoriels).

Il est possible de modifier le modèle à plusieurs périodes afin d'y introduire une structure de rendement multifactorielle qui permette d'obtenir une

⁶ Ce modèle est décrit dans les travaux connus consacrés à la gestion du risque; voir Crouhy, Gatai et Mark (2001) ou encore Jonon (2007).

structure de rendement à caractère conditionnel dans chaque situation future. La structure de rendement multifactorielle est donc assimilable à un modèle factoriel conditionnel, dont les coefficients doivent être traités comme conditionnels et dont le nombre de facteurs pourrait (en principe) varier avec le temps ou selon les circonstances.

Les coefficients étaient-ils stables au fil du temps ou conditionnés par les variables observables du marché?

Un tel modèle à plusieurs périodes (voir Milne, 2003, chap. 8 à 10) peut servir à établir le prix des obligations sans risque assorties de différentes échéances. Le tout est de se rendre compte que l'évolution du prix des obligations coupon zéro peut être donnée par un modèle de forme factorielle, dans lequel les facteurs communs auront une incidence sur le prix obligataire au prorata de leurs coefficients (de simples substitutions permettraient d'appliquer le même raisonnement aux rendements obligataires ou aux taux à terme). Puisqu'à l'échéance le prix de l'obligation tend vers la valeur nominale du titre, les coefficients ne peuvent être stationnaires. D'autres restrictions excluent les stratégies dynamiques d'arbitrage.

Les modèles factoriels ont une autre utilité. Ils offrent une assise à l'évaluation des produits dérivés, à la manière du célèbre modèle d'évaluation des options en temps continu de Black-Scholes-Merton (Black et Scholes, 1973; Merton, 1973). L'idée est toute simple. Imaginons que le cours de l'action d'une entreprise évolue conformément aux données d'un modèle à facteur stochastique unique doté d'une constante. Supposons aussi que le facteur aléatoire étudié soit une variable binomiale. À partir de l'action et de l'obligation à court terme sans risque, on peut alors construire un portefeuille qui reproduit le rendement de tout produit dérivé portant sur l'action au cours de la prochaine période. Le prix de l'option doit ainsi être égal au prix du portefeuille construit (pour écarter les bénéfices de l'arbitrage). En répétant la démarche à chaque période (pour autant que la volatilité du facteur aléatoire et le taux sans risque ne varient pas dans le temps), il est possible d'établir une stratégie de gestion dynamique du portefeuille qui reproduise le rendement à l'échéance de toute option européenne

sur l'action⁷. Pour éviter les possibilités d'arbitrage que permet une telle stratégie de gestion dynamique, il faut que la valeur initiale de la stratégie de portefeuille soit égale au prix initial de l'option.

Ce modèle n'est qu'un prototype épuré de modèles plus complexes qui comportent des facteurs additionnels ou des structures de volatilité conditionnelle plus riches. En liant les prix obligataires à une structure factorielle, on peut facilement construire par la suite un modèle d'évaluation des options sur obligations où les prix des obligations sans risque découlent d'une structure factorielle simple. En 1990, les grandes maisons de Wall Street ont vite adopté les modèles de ce genre qui existaient.

La génération suivante de modèles reposait sur un pari audacieux : appliquer l'approche factorielle à l'évaluation des obligations risquées de sociétés. Merton (1973) en avait démontré le mécanisme dans un premier modèle. Assimilant l'option européenne à une action achetée à crédit, il était parvenu à évaluer le prix de cette action d'après le modèle de Black-Scholes-Merton. Il avait réussi ensuite, grâce au théorème de Modigliani-Miller, à calculer la valeur de l'obligation risquée, l'identifiant à l'écart résiduel entre la valeur d'une entreprise et celle de ses actions. Cette idée est à l'origine d'une multitude de modèles dits structurels, dont certains ont donné naissance à des applications commerciales qu'utilisent les institutions financières pour l'évaluation des obligations risquées de sociétés⁸.

Une deuxième classe de modèles — les modèles de « forme réduite » (introduits par Jarrow et Turnbull en 1995 et par d'autres théoriciens) — ne s'intéressent pas à la composition détaillée de la structure financière de l'entreprise, mais formalisent le défaut de paiement et le recouvrement comme d'autres facteurs d'évolution du prix de l'obligation. Ce type de modèle permet d'ajouter aux facteurs aléatoires un élément de défaillance de façon à élargir le cadre conceptuel de l'obligation non risquée. Simple dans ses grandes lignes, le modèle peut être enrichi de plusieurs manières, notamment par l'intégration de renseignements supplémentaires sur la notation de l'obligation afin de rendre plus réaliste l'évaluation. À partir de cette structure, il est aisé de bâtir un portefeuille réplique en vue de créer une couverture parfaite pour n'importe quel dérivé de crédit. Une fois ce portefeuille constitué, le produit

⁷ Le rendement d'une option européenne est exprimé par la formule $\max\{S_T - X, 0\}$, où S_T est le cours de l'action à la date d'exercice T préétablie de l'option, et X le prix d'exercice préétabli.

⁸ Voir Crouhy, Galai et Mark (2001), de même que l'analyse approfondie de Caouette et autres (2008).

dérivé aura le même prix que le portefeuille afin d'exclure les possibilités d'arbitrage. D'autres variantes plus récentes de ce modèle permettent d'évaluer les produits dérivés complexes fondés sur le risque de crédit et le risque de contrepartie⁹.

Les établissements de crédit emploient très couramment les deux classes de modèles et leurs versions généralisées pour formaliser le comportement des instruments de crédit, les évaluer et se protéger contre les risques liés à ceux-ci. Ces modèles ont également été modifiés pour qu'ils puissent se prêter à l'analyse des titres adossés à des créances obligataires, de ceux adossés à des créances hypothécaires ainsi que de leurs nombreuses variantes utilisées pour la titrisation de prêts auparavant illiquides et leur vente soit en blocs, soit en tranches par l'entremise de véhicules *ad hoc* ou « conduits ». Les modèles factoriels sur lesquels repose cette approche assignent des lois de probabilité déterminées aux facteurs à l'origine du risque de défaut. Une fois qu'on a créé les facteurs de risque, spécifié les lois de probabilité conjointes et formulé des hypothèses au sujet des covariances entre les défaillances sur prêts, il est possible de constituer un portefeuille théorique de prêts qui permette d'atténuer les risques par les méthodes usuelles de diversification. Ce portefeuille peut alors être stratifié en tranches assorties de risques croissants de défaut : la tranche la plus sûre est pratiquement sans risque; la deuxième tranche (la tranche mezzanine) est plus risquée; la troisième l'est davantage et ainsi de suite. Les tranches peuvent être ensuite vendues en paniers de risques reproduisant le profil d'obligations qui se différencient par leurs risques de défaut ou notations.

Les risques de prix et de crédit et les risques associés aux produits dérivés ne sont pas les seuls risques susceptibles d'être pris en considération par les systèmes de gestion des risques des institutions financières. Ces dernières années, par exemple, les risques opérationnels ont fait l'objet de plusieurs tentatives de modélisation en partant du principe que les causes des pertes des établissements financiers sont multiples : erreurs en matière d'évaluation et de couverture ou dans le traitement de l'information; fraude interne; pannes informatiques; attentats; etc. Si l'on en croit les données, il est possible de cerner avec une part de précision les pertes très fréquentes de faible envergure (telles les pertes imputables à de petites erreurs de saisie), mais il est beaucoup plus difficile d'estimer les pertes ponctuel-

les importantes (fraude massive, panne informatique). Les institutions doivent donc s'en remettre à des vérifications internes, à des systèmes auxiliaires ou à d'autres dispositifs pour réduire de tels risques. Les modèles d'évaluation du risque opérationnel devraient être utilisés concurremment avec les règles de vérification et de sécurité habituelles en vue de limiter les risques au maximum, eu égard à leurs coûts de mise en œuvre. Il est également difficile de quantifier le risque juridique et les risques pour la réputation naissant parfois de la négociation de titres complexes.

Pratiques relatives à la gestion des risques

Bien que la théorie d'ensemble décrite plus haut paraisse limpide, sa traduction dans les faits requiert une bonne dose de jugement, de l'expérience et une connaissance des pièges inhérents à la modélisation¹⁰.

Pour commencer par le plus simple, examinons le cas d'un portefeuille d'actions dont on cherche à prévoir le rendement à la période suivante. Si l'on part d'un modèle factoriel à distribution gaussienne ou normale, la première étape consiste à estimer les moyennes et la matrice des covariances des rendements des actions. On sait que le calcul des rendements moyens est entaché d'erreurs considérables. L'estimation de la matrice des covariances est, elle, sensible aux facteurs choisis. Certains privilégient des variables préétablies (taux d'intérêt, rendements sectoriels et indices boursiers), d'autres déduisent des facteurs implicites après une analyse en composantes principales, tandis que d'autres encore recourent à la méthode des copules.

L'un des grands défauts de ces diverses méthodes d'estimation est qu'elles reposent sur des séries chronologiques et des données transversales tirées d'échantillons passés. De plus, les estimations de matrices des covariances qui mesurent les corrélations entre les variables financières ne sont pas stables dans le temps. Leur non-stationnarité exige le recours à l'économétrie des séries temporelles. Les moyennes mobiles ou les techniques d'estimation de type ARCH-GARCH fournissent un paramétrage, mais certains praticiens jugent que ces approches comportent trop de bruit et ne sont pas assez prospectives. C'est pourquoi ils leur préfèrent les volatilités et les covariances implicites, plus prospectives.

9 Voir Lando (2004) et Meissner (2005) pour un tour d'horizon sur ce courant de recherche.

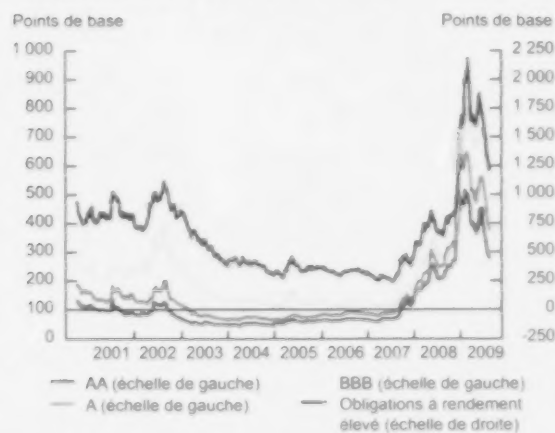
10 À ce sujet, il convient de lire les analyses de Crouhy, Galar et Mark (2001) et de Jorion (2007). Voir aussi Hellwig (2008) et Milne (2008a et b), qui présentent une critique détaillée de la théorie et de la pratique de la gestion du risque en période de crise du crédit.

provenant de modèles servant à l'évaluation des produits dérivés. Les institutions financières les plus novatrices changent les paramètres, en particulier les estimations de moyennes, en incorporant des estimations établies par des analystes après un minutieux examen de l'information publiée par les entreprises et par les fournisseurs de services financiers.

Il est facile de trouver des exemples de fluctuations rapides des variables financières propres à déjouer les modèles simples qui reposent uniquement sur des séries temporelles. Le Graphique 1 montre l'évolution des écarts de rendement relatifs aux obligations de sociétés américaines, un baromètre du risque de défaut : après être restés faibles pendant plusieurs années, ces écarts se sont vivement élargis à partir de la mi-2007, pendant la crise financière. Une forte hausse est également visible à compter de l'été 2007 dans les écarts de rendement sur les titres des émetteurs financiers bien notés (Graphique 2). Enfin, les différentes mesures de la volatilité des marchés boursiers représentées au Graphique 3 seraient impossibles à appréhender avec des modèles à séries temporelles ne comportant qu'un seul régime. (Rien n'indique que l'emploi de modèles à changement de régime aurait été d'un grand secours en juillet 2008.)

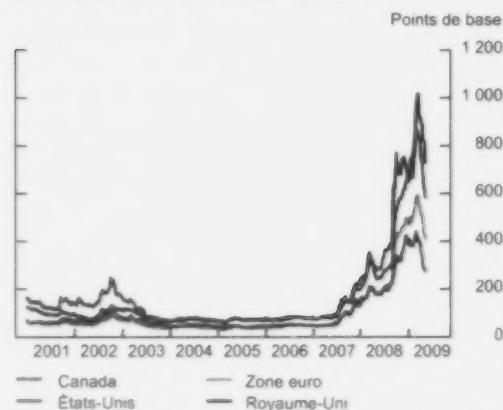
L'on peut analyser les produits dérivés d'actions à l'aide de variantes de modèles factoriels dans lesquelles les expositions nettes dépendent de la couverture choisie et de tout risque résiduel. Puisque les modèles d'évaluation des produits dérivés sont des approximations reposant sur l'hypothèse que le cours

Graphique 1 : Écarts de rendement relatifs aux obligations de sociétés américaines



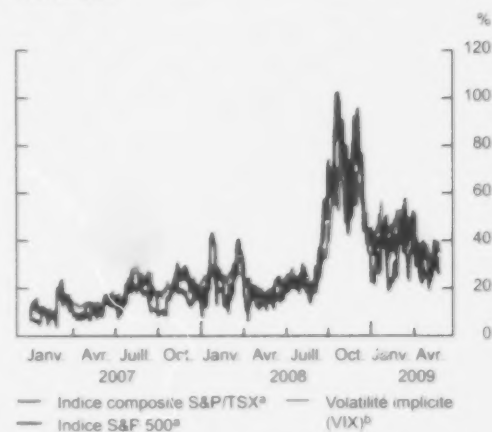
Sources : Bloomberg et Merrill Lynch Dernière observation : 25 mai 2009

Graphique 2 : Écarts de rendement sur les titres des émetteurs financiers bien notés



Sources : Bloomberg et Merrill Lynch Dernière observation : 25 mai 2009

Graphique 3 : Volatilité sur les marchés boursiers mondiaux



- a. Dans le cas de cet indice, la mesure de la volatilité est fondée sur une moyenne de 10 jours.
b. Le VIX est une mesure de la volatilité implicite établie à partir des contrats d'option sur l'indice S&P 500.

Source : Bloomberg Dernière observation : 25 mai 2009

des actions évolue selon des processus stochastiques particuliers, la couverture approximée se trouvera influencée par le nombre et le genre de facteurs stochastiques (mouvement brownien, processus avec sauts, variance de processus gamma, etc.), de même que par la précision de l'estimation des paramètres de la distribution. Pour les options exotiques, c'est-à-dire les fonctions plus complexes de processus de prix des actions, la couverture est parfois très sensible aux hypothèses formulées ainsi qu'à l'estimation des paramètres. Une analyse de sensibilité, qui consiste à simuler le comportement des modèles retenus

en faisant intervenir des processus stochastiques différents, montre que les couvertures peuvent impliquer des expositions nettes importantes. Normalement, une bonne gestion des risques plafonnera ce type d'expositions à l'aide des corrélations imparfaites existant entre les facteurs qui sous-tendent chaque position, de façon à diversifier les risques liés à l'exposition nette du portefeuille de produits dérivés. Sauf qu'en cas de grosse perturbation des marchés, ces corrélations pourraient brusquement changer, en se renforçant et en faisant échouer les couvertures, laissant l'institution financière à la merci de pertes. Dans les situations extrêmes, l'ampleur des pertes peut être telle qu'elle poussera l'établissement à la faillite. À titre d'illustration, prenons le cas des écarts sur les swaps sur défaillance à cinq ans relatifs aux titres d'emprunteurs souverains (Graphique 4). On remarque que jusqu'à la crise de 2007, ces écarts étaient quasi impossibles à différencier les uns des autres, mais que passé le milieu de 2007, et surtout après la mi-2008, ils bondissent et se creusent entre pays et sont moins corrélés qu'avant.

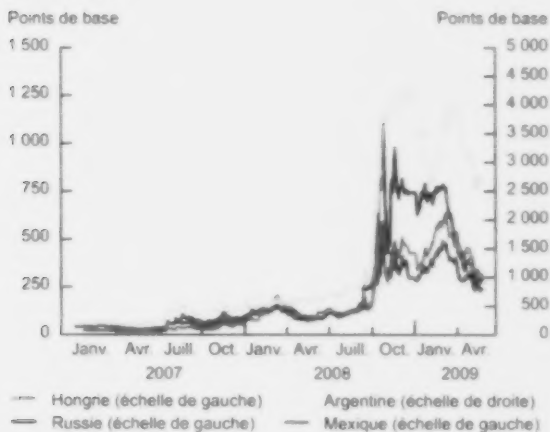
Les carences de liquidité dont souffrent les titres sous-jacents risquent d'amoindrir l'efficacité des positions prises pour couvrir des positions sur produits dérivés exotiques ou complexes. Si les coûts de transaction des sous-jacents sont élevés, le choix de la stratégie de couverture devra tenir compte de ce facteur. Sur de nombreux marchés de dérivés exotiques, les vendeurs d'options se spécialisent et perçoivent une rente en contrepartie de la couverture partielle qu'ils procurent. Les nouveaux opérateurs

devraient redouter de voir des pertes importantes succéder à des bénéfices initiaux si les prix évoluent brusquement en leur défaveur. Ils devraient aussi craindre qu'une soudaine illiquidité de l'actif sous-jacent ne renchérisse particulièrement les couvertures planifiées.

Les opérateurs font face à des problèmes similaires sur les marchés des obligations non risquées. Les modèles factoriels sont parfois instables dans le temps. L'estimation des paramètres qui donnent la structure des taux à chaque moment peut subir des modifications imprévisibles, surtout si les marchés sont agités. Rappelons par exemple qu'en 1998, Salomon Brothers (cf. Bookstaber, 2007, chap. 5) utilisait un modèle particulier de la courbe des rendements qui comportait deux facteurs aléatoires et une constante servant à indiquer les changements d'orientation de la Réserve fédérale. Jusqu'alors, le modèle avait bien fonctionné et produit un flux régulier de profits d'arbitrage. En 1998, toutefois, ces profits ont cédé la place à une succession de pertes pendant que la division responsable des opérations d'arbitrage sur titres à revenu fixe s'échinait à prendre en compte une modification apparente du modèle sous-jacent. Visiblement, un nouveau facteur aléatoire avait laissé à la charge de Salomon Brothers des risques résiduels qui lui causaient des pertes considérables. Le gestionnaire de risques s'est battu pour aider la division, mais celle-ci a fini par être dissoute. Le désengagement dut être camouflé et étalé sur plusieurs semaines, car les énormes positions détenues par Salomon Brothers avaient une incidence sur la liquidité du marché obligataire et auraient poussé les arbitragistes à exploiter l'entreprise. Le pire serait survenu si les ventes de la société avaient déprimé les prix et amené d'autres opérateurs à se débarrasser de leurs obligations en accentuant la baisse et, du même coup, les pertes de Salomon Brothers. Pour Bookstaber, la sortie de la grande division responsable des opérations d'arbitrage de Salomon Brothers a privé le marché d'une partie de sa liquidité et aggravé les difficultés du fonds Long-Term Capital Management (LTCM) dans les mois qui suivirent, quand la défaillance des autorités russes sur leurs émissions obligataires (autre risque non modélisé) rendit le fonds incapable de maintenir ses positions d'arbitrage.

Les produits dérivés sur titres à revenu fixe seront naturellement touchés par la fragilité sous-jacente du modèle d'évaluation des obligations utilisé. Si celui-ci est mal spécifié, la stratégie de couverture retenue pour ces dérivés sera forcément incomplète. Si les risques s'équilibrent sur une longue période, il sera possible de les contenir. S'ils présentent par

Graphique 4 : Écarts sur les swaps sur défaillance à cinq ans relatifs aux titres d'emprunteurs souverains



Source : Markit

Dernière observation : 25 mai 2009

contre un biais persistant, le modèle pourra provoquer des pertes importantes à moins que le personnel de la gestion des risques n'intervienne rapidement pour limiter les transactions ou modifier le modèle.

Pour chacun des modèles exposés plus haut, il existe trois grands risques d'erreur de spécification :

- 1) mauvais choix du nombre de facteurs aléatoires;
- 2) sélection d'une loi de probabilité inappropriée pour ceux-ci (a-t-on choisi à tort une distribution normale symétrique plutôt qu'une distribution asymétrique?);
- 3) estimation médiocre des coefficients ou des pondérations applicables aux facteurs de risque.

Ces risques devraient être régulièrement évalués en soumettant les modèles à des tests rétrospectifs (pour déceler des écarts systématiques par rapport aux données réelles) et en auscultant les opérations passées ainsi que les pertes et profits associés aux expositions. Dans la mesure où tout modèle est une simple approximation, des pertes et profits sur les expositions sont à prévoir. Si toutefois le modèle est bien spécifié et étalonné, l'analyse de l'historique des pertes et des bénéfices permettra de déceler les biais éventuels. Il est impératif d'examiner le moindre biais et de réagir en conséquence. Ce principe général semble d'application facile, il n'empêche que la gestion et l'estimation des risques sont, en fait, loin d'être parfaites, surtout dans un climat de forte volatilité où les corrélations sont sujettes à de brusques changements. Les nouveaux marchés d'actifs sont particulièrement périlleux à cause de la brièveté de la période pour laquelle on dispose de données sur les prix. Les instruments financiers qui font leur apparition sur un marché haussier sont encore plus hasardeux, puisque les estimations statistiques existantes risquent de ne pas comprendre de données concernant les marchés baissiers ou les périodes de volatilité. Cette lacune peut conduire à sous-estimer les risques ou à présumer de la rigueur des systèmes de gestion des risques.

Les nouveaux marchés d'actifs sont particulièrement périlleux à cause de la brièveté de la période pour laquelle on dispose de données sur les prix.

Examinons finalement l'un des marchés les plus difficiles à modéliser, à savoir le marché des risques de crédit. Les rendements à court terme des obligations risquées peuvent être représentés à l'aide d'un modèle factoriel. Mais lorsque l'on considère le long

terme, un processus aléatoire, dans lequel le prix des obligations est fonction des possibilités de défaut futur et de taux de recouvrement stochastiques, convient mieux. Parce que le défaut de paiement peut se produire avant l'échéance de l'obligation ou de l'emprunt, il devient un élément de la stratégie de l'emprunteur et du prêteur. L'emprunteur en difficulté peut choisir de puiser dans ses lignes de crédit pour honorer les coupons échus ou rembourser le principal dû. Le prêteur avisé est sûrement bien informé de la situation nette, des garanties et des dettes additionnelles de son débiteur. On peut supposer que les autres bailleurs de fonds sont aussi au fait des difficultés du prêteur et prendront des mesures pour mettre à l'abri les fonds qu'ils lui ont consentis. Il est bien connu que les emprunteurs ayant de multiples créanciers amorcent un jeu stratégique où chacun cherche à préserver ses intérêts. Habituellement, quand elles prêtent aux ménages ou aux entreprises, les banques se protègent en exigeant des garanties et, lorsque les montants octroyés sont élevés, en intervenant au besoin de façon préventive et en concluant des arrangements complexes pour parvenir à un règlement. La malchance ou une mauvaise gestion pouvant précipiter une défaillance, un créancier unique peut tirer parti d'une procédure de règlement soigneusement administrée pour accroître la valeur de son prêt, et ce, dans le respect du code régissant les faillites.

Dans le cas des dérivés de crédit, les gains, la couverture et l'évaluation de ces produits sont sensibles à la spécification du seuil de défaillance et à toute décision stratégique prise par l'institution qui fait défaut ou par ses bailleurs de fonds. Ce lien a été observé récemment aux États-Unis, où les stratégies adoptées lors de défauts de paiement et les nouvelles interprétations du code des faillites ont des répercussions sur les gains produits par les dérivés de crédit.

La conclusion d'un arrangement s'avère plus ardue lorsqu'elle implique plusieurs créanciers ayant consenti des fonds à des conditions différentes, car leurs intérêts peuvent diverger. Ainsi, des prêteurs qui n'ont pas le même rang ni les mêmes protections en matière de nantissement et qui ne sont pas exposés aux mêmes produits dérivés portant sur la dette de l'emprunteur peuvent réagir très différemment aux opérations de liquidation et autres procédures engagées. Pour que le règlement se fasse sans heurt, l'arrangement doit présenter un haut niveau de sophistication sur les plans juridique et financier. Plus le groupe de créanciers est limité, plus la chose est simple en général. À l'opposé, plus le groupe est nombreux et diversifié, plus il devient difficile d'éviter

la méfiance et les malentendus en son sein. L'expérience commune de tels arrangements de la part des divers acteurs peut aussi avoir une incidence. Les prêteurs savent que l'adoption de la ligne dure dans les négociations concernant la restructuration d'une dette peut donner lieu à des représailles de la part des autres créanciers au moment de négociations ultérieures. Les institutions financières ont avantage à fourbir leurs armes lorsqu'elles jouent de manière répétée, que ce soit en acquérant une réputation d'inflexibilité ou par d'autres tactiques. Cela se fait au détriment des nouveaux venus sur le marché des gros prêts, que leur inexpérience désavantage.

Compte tenu de ces aléas, les institutions financières utilisent divers modèles et différents processus pour gérer leurs portefeuilles de prêts, selon le type et la taille de ces derniers. Dans le cas des prêts d'importance, elles analysent attentivement la situation juridique et financière de leurs débiteurs et sont constamment à l'affût de signes trahissant des difficultés de la part de ceux-ci. À l'aide de modèles internes et externes exclusifs, elles surveillent leurs expositions aux gros prêts et aux obligations privées. Il peut s'agir de modèles structurels détaillés si la taille de l'émission le justifie, ou de modèles de forme réduite pour les emprunts de moindre envergure, où un examen approfondi de l'entreprise émettrice serait peu rentable. Dans les faits, les deux approches sont utilisées, selon le niveau de précision requis. Lorsque l'obligation émise par l'entreprise se négocie sur un marché liquide, l'institution financière peut comparer la valeur donnée par ses propres méthodes à celle en vigueur sur le marché. Toutefois, un grand nombre d'obligations de sociétés sont peu liquides, ce qui rend impossible une réévaluation continue de leur valeur en fonction du marché et oblige les institutions à s'en remettre à leurs propres calculs ou à ceux des agences de notation externes.

Ces agences se spécialisent dans l'évaluation des obligations des sociétés et d'autres instruments de crédit. À partir de divers modèles et de renseignements tirés de sources variées, elles attribuent aux émetteurs une note exprimée sous forme de lettres (AAA, AA, et ainsi de suite) qui reflète le risque de défaut auquel ils sont exposés et le taux de recouvrement anticipé sur leurs emprunts. Les agences ne révisent pas souvent leurs notations, considérant que celles-ci doivent s'appliquer à l'intégralité d'un cycle. Autrement dit, elles ne se fondent pas sur les données les plus récentes, de sorte qu'elles peuvent maintenir une notation dépassée jusqu'à ce que des événements importants les obligent à procéder à une réévaluation. Ce décalage par rapport à la réalité a été, par le passé,

à l'origine de situations embarrassantes, comme celles où de grosses firmes (Enron, par exemple) vivaient de graves difficultés financières alors que leurs obligations restaient très bien notées. La crise actuelle du crédit a ravivé les critiques à l'endroit de la précision des notations fournies par les agences, des méthodes et modèles qu'elles utilisent ainsi que des motivations prétendument discutables présidant à leur évaluation des instruments de crédit.

Les prêts de faible montant (comme les prêts hypothécaires, automobiles ou sur cartes de crédit) ne nécessitent pas les mêmes évaluations. Les institutions financières ont élaboré des techniques de pointage peu coûteuses qui leur permettent d'estimer rapidement les risques de crédit liés à ces opérations, qui portent généralement sur de faibles montants. Elles les regroupent et suivent leur évolution de façon agrégée, créant ainsi un portefeuille dont elles peuvent, « en temps normal », prédire le rendement avec une assez grande exactitude. Pour atteindre ce degré de précision, elles doivent néanmoins tenir compte de plusieurs facteurs importants.

Premièrement, les établissements doivent veiller à établir une distinction entre une économie vigoureuse, où le risque de défaut pour chaque catégorie d'actifs est faible, et une économie déprimée, où ce risque est accru. Lorsque l'activité régresse, les taux de défaut et de recouvrement peuvent changer rapidement, et des prêts relativement sûrs vite devenir douteux. Un portefeuille de prêts qui semble sain dans une conjoncture normale peut se révéler très risqué en période de récession. Le Graphique 5 montre les augmentations rapides que les banques canadiennes ont opérées dans le niveau de leurs provisions, au cours de

Graphique 5 : Provisions spécifiques annualisées en pourcentage des prêts accordés par les banques canadiennes



Source : Bureau du surintendant des institutions financières
Dernière observation : 2009T1

précédentes récessions et de l'actuelle, pour faire face aux pertes sur prêts. On voit que l'ampleur des provisions constituées est fort variable au fil du temps.

Dans une conjoncture normale, il importe d'évaluer les portefeuilles de prêts en fonction de paramètres normaux et de les soumettre également à des simulations de crise intégrant un scénario de récession pour connaître les risques auxquels l'établissement serait exposé si la situation venait à se détériorer. Malheureusement, il semble que des institutions financières aient négligé de prendre cette précaution, soit parce qu'elles ne disposaient pas de suffisamment de données chronologiques pour mener régulièrement de telles simulations, soit parce qu'elles n'en voyaient pas l'utilité, puisque, croyait-on dans certains milieux, la politique monétaire en vigueur avait définitivement mis un terme aux récessions dues à l'inflation.

Deuxièmement, les institutions financières doivent s'assurer de l'intégrité de leurs systèmes d'octroi de crédit et de pointage. Étant donné que des programmes d'incitation financière mal conçus peuvent promouvoir indûment l'endettement ou occasionner une collusion entre les responsables du crédit et les clients, elles doivent se méfier des risques d'antisélection. (Nous avons là une des grandes lacunes du modèle d'octroi puis de cession du crédit, les prêteurs hypothécaires étant incités pernicieusement à conclure des transactions amplifiant le risque de défaut pour le bailleur ultime de fonds.) Les institutions doivent donc surveiller de près leur personnel et les dossiers de crédit des clients à l'aide de procédures de vérification rigoureuses et de tests rétrospectifs. La circonspection à l'égard des portefeuilles de prêts hautement notés est de mise, car la qualité de ces prêts peut être bien inférieure à ce que l'on croit et ne se révèle trop souvent sous son vrai jour que lorsque l'économie ralentit.

En troisième lieu, le portefeuille de prêts devrait tenir compte de l'interaction entre les mouvements des taux d'intérêt et le risque de défaut. On sait fort bien qu'une hausse des taux d'intérêt accentue les risques de défaillance et abaisse les taux de recouvrement. Par conséquent, il importe que les modèles pertinents incluent des corrélations entre ces trois éléments. La stabilité de ces corrélations reste à déterminer. Par ailleurs, la validité de ces modèles devrait être éprouvée au moyen de simulations de crise pour vérifier l'intégrité du système de gestion des risques.

Quatrièmement, à cause des variations possibles des taux d'intérêt, il conviendrait de prendre aussi en considération le risque de remboursement anticipé

des emprunts associé à une diminution des taux, faute de quoi le modèle omettrait de prévoir la chute de revenus résultant d'une telle diminution. Il semble que les ménages américains n'aient pas tiré parti de cette option au cours des années 1980 et 1990, mais que, récemment, nombre d'entre eux aient entrepris de rembourser leurs prêts hypothécaires par anticipation. Ce nouveau phénomène pourrait fausser les résultats des modèles économétriques s'appuyant sur des données antérieures.

Le cinquième facteur concerne les baisses de valeur des actifs auxquelles sont exposés les portefeuilles de prêts. Par exemple, une chute du prix des maisons se répercutera fortement sur le taux de défaillance des emprunteurs hypothécaires victimes de l'effondrement de leur avoir propre foncier. C'est ce qui s'est produit aux États-Unis, compte tenu du très fort niveau d'endettement des personnes ayant fait l'acquisition de leur logement à l'aide des fameux prêts hypothécaires à risque. Les mêmes possibilités de dégringolade de la valeur des propriétés menacent le secteur immobilier commercial en période de récession, exposant les prêteurs à des risques de défaut et de recouvrement accrus.

Enfin, une récession peut mettre en péril les autres sources de richesse ou de revenu des emprunteurs et miner leur capacité de remboursement. Ainsi, la hausse du taux de chômage dans une région (où serait établie une industrie en difficulté comme le secteur automobile) peut être à l'origine de défaillances sur les prêts hypothécaires. Elle peut également avoir une incidence négative sur les prêts commerciaux et induire de ce fait une corrélation entre les taux de défaut et de recouvrement de ces prêts et ceux du crédit hypothécaire.

L'agrégation des risques

Une institution financière peut estimer la distribution complète de ses rendements en regroupant ses portefeuilles de prêts, d'actions, de négociation et d'instruments dérivés et en tenant compte de toutes les corrélations possibles entre eux. La spécification du modèle employé et l'estimation de ses paramètres revêtent une importance toute particulière, et elles ne doivent absolument pas être considérées indépendamment du reste du système de gestion des risques. Cela vaut tout particulièrement pour les risques de crédit, le risque de défaut évoluant en fonction des motivations et des actions des emprunteurs et des autres établissements ayant consenti des prêts à ces derniers.

L'institution analyse la distribution estimative totale de ses rendements, notamment la probabilité que surviennent des pertes présentant divers degrés de gravité, et mesure sa valeur exposée au risque (VaR). Les responsables de la gestion des risques se rendent bien compte que la précision de cette mesure dépend de celle de la distribution estimative générée. De plus, la VaR (calculée au départ pour une distribution hypothétiquement normale des rendements à court terme) peut fournir une estimation faussée des risques auxquels est exposé un établissement si les rendements ne sont pas distribués selon une loi normale. De fait, vu la non-normalité des rendements des obligations risquées et le recours généralisé aux produits dérivés et à d'autres instruments, il ne faudrait pas s'étonner si la queue de la distribution totale représentant les pertes est anormalement épaisse ou même comporte de fortes bosses dues à l'exposition aux dérivés. S'il s'agit d'une banque ou d'une autre institution assujettie à la réglementation, le personnel de la gestion des risques examinera la distribution et la VaR déclarées afin de vérifier si l'institution respecte les exigences de Bâle II relatives au montant de fonds propres qu'elle doit détenir pour se prémunir contre les défauts de paiement. À la lumière des importantes réserves énoncées précédemment au sujet du calcul de la distribution des rendements, et de la mesure résultante de la VaR, la prudence est de mise dans l'interprétation des résultats obtenus et dans l'élaboration de toute politique ou réglementation fondée sur ces résultats, dont la précision n'est pas assurée.

Les limites de la théorie et de la pratique

J'ai fait état, dans les sections précédentes, des fondements théoriques et pratiques de la gestion des risques, en mettant l'accent sur la place qu'y tiennent les opérations de couverture, les évaluations du marché et les produits dérivés. Les modèles sur lesquels repose la conduite de ces activités postulent que les marchés sont exempts de frictions. Alors que les méthodes de gestion des risques tentent d'aborder le problème de la liquidité des marchés de manière ponctuelle, au cas par cas, la théorie en la matière est échafaudée sur la base d'une information symétrique et de marchés compétitifs, soit les caractéristiques du modèle habituel d'efficience des marchés. Dans son sens littéral, ce modèle implique que les marchés sont complets, que leur allocation est optimale au sens de Pareto et que le prix de n'importe quel instrument financier ou titre dérivé peut être établi

suivant la théorie de l'arbitrage. Qui plus est, la valeur actualisée nette de n'importe quelle stratégie financière y est nulle. Puisque les marchés des actifs sont complets, l'allocation des ressources financières s'opère de manière efficiente, de sorte que l'État n'a pas à intervenir pour la corriger. Il est possible de modifier ce modèle pour que les marchés y soient incomplets, ce qui est plus conforme à la réalité, mais alors l'allocation des ressources n'y est plus efficiente généralement. En outre, il est bien connu que l'introduction de nouveaux marchés d'actifs correspond à un optimum de second rang et peut donner lieu à une réduction du bien-être¹¹.

La théorie bancaire classique suppose pour sa part que les marchés financiers sont loin d'être parfaits. C'est tout particulièrement vrai du marché des prêts (et de tous les marchés comportant des risques de contrepartie), qui peut être entravé par divers degrés d'asymétrie d'information et des comportements stratégiques de la part des prêteurs, des emprunteurs, des institutions financières concurrentes et des organismes de réglementation. Le prêteur sélectionne les emprunteurs selon le risque qu'ils présentent afin d'éviter d'acquiescer de mauvaises créances; il cherche également à se protéger de l'aléa moral, soit du risque que le débiteur soit tenté d'affecter les fonds empruntés à des investissements risqués, mais plus rémunérateurs, une fois le contrat de prêt conclu. Les institutions financières en difficulté peuvent devenir la proie de leurs concurrentes bien capitalisées. Les organismes de réglementation et les institutions sont engagés dans un jeu stratégique où leurs actions du moment, ou leurs intentions telles qu'elles sont perçues, peuvent avoir une influence déterminante sur leur conduite actuelle et future.

Pour expliquer la structure et les résultats des banques, la théorie bancaire moderne fait appel au rôle que celles-ci ont joué traditionnellement dans la collecte des dépôts des ménages, des entreprises et des entités gouvernementales et dans l'octroi de fonds

11 Ce résultat semble paradoxal. On s'attendrait à ce que l'augmentation du nombre et de la variété des actifs négociés contribue à accroître le bien-être. Il pourrait en être ainsi dans un cadre d'équilibre partiel où les prix de tous les autres actifs sont fixes. Mais dans un modèle d'équilibre général à marchés incomplets et à périodes, biens et agents multiples, où tous les effets sont engendrés par le comportement des agents, où les prix du marché s'ajustent et ainsi de suite, trois issues sont possibles : 1) la situation des agents s'est améliorée; 2) le sort de certains s'est détérioré, alors que celui d'autres s'est amélioré; 3) et un scénario extrême, dans lequel le sort de chacun s'est détérioré. Si un agent avait le pouvoir de créer un nouveau marché d'actifs, il ne l'exercerait que s'il pouvait en retirer des bénéfices (ce qui ne serait pas nécessairement le cas pour les autres agents) et se trouverait ainsi en position de monopole. Hart (1976) ainsi que Milne et Shefrin (1986) examinent cette question de l'optimum de second rang dans l'optique d'une économie fondée exclusivement sur l'échange d'actifs. Pour une analyse théorique, voir Magill et Quinzii (1996). Concrètement, des observateurs accusent les institutions financières ayant introduit certains produits dérivés aux États-Unis d'avoir porté préjudice aux autres opérateurs des marchés concernés.

à ces agents. Il faut garder à l'esprit que tout titulaire peut encaisser ses dépôts à vue à n'importe quel moment. Cela ne pose aucun problème si les dépôts en question sont investis dans des marchés liquides et que la banque a assez de fonds propres pour honorer ces retraits. Cependant, si les dépôts sont placés dans des actifs plus productifs mais peu liquides, l'établissement doit pouvoir puiser dans une réserve suffisante d'avoirs liquides à plus faible rendement pour faire face aux retraits. Dans une étude séminale, Diamond et Dybvig (1983) montrent qu'une ruée sur une banque peut être créée par une panique des déposants, chacun d'eux voulant retirer son épargne avant les autres. Ils font également la démonstration, à l'aide d'un modèle stylisé, qu'un programme public d'assurance-dépôts peut empêcher l'apparition de ruées bancaires. Leur modèle a été élargi dans maintes directions pour aboutir à la formulation d'un ensemble instructif de théories sur la sensibilité de ce résultat aux chocs réels et à d'autres modifications¹². On constate, de fait, que les dépôts n'y jouent pas un rôle crucial et peuvent être remplacés par des prêts à court terme liquides. Cette variante du modèle se prête beaucoup mieux au cas des banques d'investissement et des véhicules d'émission de PCAA (papier commercial adossé à des actifs) non bancaire, qui n'acceptent pas de dépôts mais qui financent des investissements à long terme peu liquides au moyen d'emprunts à court et à moyen terme. Ces modèles fournissent des cadres d'analyse apparentés de la thèse avancée par Bagehot (1873) et ont inspiré une imposante littérature informelle sur l'instabilité et la réglementation du système bancaire. La théorie informelle — et plus tard formelle — qui en est issue a servi à justifier la réglementation bancaire, l'intervention des banques centrales et les régimes publics d'assurance-dépôts. Mais, comme le font valoir Allen et Gale (2007), l'adoption d'une réglementation doit avoir pour objet de parer à une défaillance précise des marchés. Sinon, des règles et des mesures visant vaguement à corriger « l'instabilité du système bancaire » pourraient faire plus de tort que de bien¹³.

Les divers mécanismes de soutien instaurés récemment par le Trésor et la Réserve fédérale des États-

Unis à l'intention des grandes banques américaines illustrent bien cette mise en garde. Il est apparu nécessaire d'octroyer des subsides aux institutions financières jugées trop importantes et trop interconnectées pour faire faillite sans que cela compromette la stabilité du système financier. Mais selon certains observateurs, ces institutions s'appuyaient sur des modèles sous-estimant les risques inhérents aux marchés de crédit; ils soutiennent qu'il aurait fallu les forcer à se retirer du marché de manière ordonnée au lieu de subventionner leurs activités. Les mécanismes d'aide dont les établissements ont bénéficié constituent des précédents qui ne feront qu'aggraver les problèmes d'aléa moral auxquels doivent faire face les organismes de réglementation.

La débâcle des caisses d'épargne et de crédit aux États-Unis illustre bien quels peuvent être les coûts d'une réglementation laxiste, de mesures d'encouragement aux effets pervers pour les institutions et leurs organes de contrôle et des plans de sauvetage que doivent ensuite mettre en œuvre les États.

Compte tenu de l'aléa moral inhérent à la protection des dépôts (ou des fonds affectés par les établissements financiers à des investissements risqués), il importe que les régimes publics soient surveillés étroitement afin d'éviter que les banques ne soient incitées à consentir des prêts risqués faisant croître le risque de défaut pour les déposants et, partant, les risques assumés par le régime. Un programme privé se heurterait au même problème. En principe, cet aléa moral ne diffère en rien de celui auquel sont habituellement confrontés les détenteurs d'obligations ou les bailleurs de fonds d'une société. L'une des raisons invoquées pour justifier la surveillance des systèmes de gestion des risques des banques est que cela procure à l'assureur-dépôts des données qui l'aideront à faire respecter les exigences de fonds propres et à contenir les risques auxquels est exposé le programme de protection des dépôts. Ces risques peuvent être majeurs et mettre en jeu des sommes importantes. La débâcle des caisses d'épargne et de crédit aux États-Unis illustre bien quels peuvent être les coûts d'une réglementation laxiste, de mesures d'encouragement aux effets pervers pour les institutions et leurs organes de contrôle et des plans de

12 Pour un exposé des récents travaux, voir Freixas et Rochet (2008) ainsi qu'Allen et Gale (2007).

13 Allen et Gale font remarquer que certaines crises de liquidité portent mal leur nom. Ces « crises » peuvent être optimales, selon la source de la demande de liquidité et la structure du marché financier. Si les marchés d'actifs sont complets et concurrentiels, la demande de liquidité émanant des déposants peut alors être satisfaite de manière efficiente par le marché et les agents privés. Si, au contraire, ils sont incomplets, non concurrentiels ou inefficients, cette demande de liquidité peut signifier qu'il y a une inefficience; alors, l'application d'une réglementation ou l'intervention de la banque centrale peut être justifiée. C'est ainsi que l'on justifie l'injection de liquidités par une banque centrale assumant son rôle de prêteur de dernier ressort.

sauvetage que doivent ensuite mettre en œuvre les États¹⁴.

La théorie classique doit aussi pouvoir être appliquée aux activités des institutions (à celles des banques d'investissement par exemple) dans lesquelles les déposants n'interviennent pas et sont plutôt remplacés par des créanciers qui prêtent des fonds à court terme par le truchement de véhicules de titrisation ou d'autres instruments. Malgré certaines particularités, le scénario à la base du modèle reste le même, en ce sens que l'établissement effectue des investissements à long terme à l'aide de capitaux qui lui sont prêtés à court terme. En créant des éléments hors bilan, l'institution essaie de limiter ses risques. Toutefois, comme l'actualité récente l'a clairement démontré, le modèle a échoué lamentablement dans ce cas précis.

Les principes de gestion des risques souffrent d'une lacune fondamentale : ils empruntent à la théorie de l'efficience des marchés, qui est étalonnée au moyen de méthodes statistiques très poussées. La doctrine récente dans le domaine bancaire s'appuie quant à elle sur des modèles de petite taille (rappelant les techniques dérivant de la théorie moderne de l'organisation industrielle), où la complexité actuelle des institutions financières est représentée à l'aide d'une série de modèles qui sont reliés entre eux mais qui ne sont pas parfaitement cohérents. Si elle nous apprend énormément sur les distinctions subtiles propres aux divers instruments, la théorie bancaire contemporaine ne peut être mise en application par les institutions financières de la même manière que les principes de gestion des risques. De toute évidence, il reste un grand pas à franchir entre la théorie et la pratique avant que nous puissions disposer d'une théorie adaptée qui tienne suffisamment compte des frictions à l'œuvre dans le secteur financier et qui soit exploitable à l'aide des données existantes ou à notre portée.

Les systèmes de gestion des risques : écueils dans la modélisation des risques de liquidité et des autres risques systémiques

Force est de constater que les systèmes de gestion des risques financiers ne sont pas parvenus, lors de la récente crise, à contenir adéquatement les risques

de liquidité et autres risques systémiques¹⁵. Cela n'est pas strictement imputable à la négligence des institutions financières, mais bien aux lacunes théoriques fondamentales des modèles utilisés pour la gestion des risques. Les tentatives d'intégrer le risque de liquidité au terme de l'analyse demeurent ce qu'elles sont : un ajout postérieur. Certes, il existe des représentations simplifiées des marchés des actifs, des stratégies de portefeuille et du processus de détermination des prix faisant appel à diverses définitions de l'illiquidité, mais elles nécessiteront d'importantes mises au point avant de pouvoir être incorporées dans la pratique à des systèmes de gestion des risques.

Force est de constater que les systèmes de gestion des risques financiers ne sont pas parvenus, lors de la récente crise, à contenir adéquatement les risques de liquidité et autres risques systémiques.

L'illiquidité peut être modélisée de plusieurs façons. La plus élémentaire consiste à postuler que l'écart entre les cours acheteur et vendeur d'un actif est fixe. Cela suppose un scénario plus proche de la réalité, où les cours acheteur et vendeur des actifs négociés sont observables (et différents). Ce type de modèle marque une rupture par rapport aux stratégies où l'écart acheteur-vendeur fait partie intégrante du problème de portefeuille à résoudre. Des exemples simples montrent qu'il donne lieu à une prudence accrue à l'égard des actifs peu liquides et à la détention d'un plus grand volume d'actifs liquides lorsque la volatilité des passifs s'accroît. D'autres exemples indiquent que la couverture dynamique des produits dérivés implique l'existence d'une fourchette approximative de prix pour ces produits, plutôt que celle d'un prix unique comme c'est le cas dans les modèles traditionnels d'évaluation sans frictions. Si les écarts entre les cours acheteur et vendeur peuvent varier de façon aléatoire et, dans les cas extrêmes, s'élargir à un point tel qu'il devient préférable de se retirer du marché, les stratégies de négociation optimales *ex ante* s'avéreront beaucoup plus prudentes.

Une seconde définition de la liquidité fait intervenir le concept de profondeur du marché, soit la capacité de celui-ci à absorber d'importantes transactions sans incidence sur le prix de l'actif. Les économistes savent

14 Voir Kane (1989), Stern et Feldman (2004) ainsi que Barth, Caprio et Levine (2006).

15 Cette partie de l'article s'inspire de sections beaucoup plus détaillées et techniques de Milne (2008b), qui dresse une liste des travaux récents sur le sujet.

bien que le manque de profondeur confère aux opérateurs un pouvoir de marché. Plusieurs études récentes ont examiné les implications du phénomène, de manière tant théorique qu'empirique. Considérons d'abord une situation peu complexe où une institution possède un actif liquide, exempt de risque, et un actif peu liquide, dont le processus stochastique sous-jacent de formation du prix est influencé par les opérations qu'effectue l'institution. Des exemples simples montrent que la solution de ce problème n'est pas évidente et peut consister à échelonner la vente de l'actif peu liquide dans le temps au lieu de le liquider en une fois à un prix réduit. On peut aussi envisager des cas plus complexes où les institutions financières détiennent plusieurs actifs peu liquides et doivent déterminer lesquels vendre et dans quel ordre ainsi que décider du montant à écouler par transaction. Étant donné la corrélation des risques et le problème d'illiquidité qui se pose alors, l'analyse implique un délicat rééquilibrage dynamique des portefeuilles.

La situation se complique encore plus lorsque l'institution financière sait que d'autres opérateurs sont en mesure d'agir sur le prix d'un actif. Supposons d'abord deux institutions détenant chacune un portefeuille composé d'un actif liquide sûr et un autre constitué d'un actif risqué peu liquide qui fait l'objet d'une demande résiduelle de la part d'un important groupe de petits opérateurs (constituant ce qu'on appelle la frange concurrentielle). Selon la science économique, il s'agit là d'un modèle d'oligopole dynamique de type Cournot¹⁶. Ainsi décrit, ce modèle semble plutôt simple, mais son analyse est loin de l'être. On peut bâtir des scénarios dans lesquels une institution financière en difficulté¹⁷ souhaitant se défaire de l'actif peu liquide est devancée par son compétiteur (celui-ci ayant vendu ses titres avant elle), ce qui fait baisser encore davantage le prix de cet actif et permet au compétiteur de tirer avantage de l'existence de la frange concurrentielle pour racheter les titres à un prix réduit. On peut envisager de nombreuses variantes de ce scénario, dont certaines postulant une intervention stratégique de la banque centrale. La modélisation de pareilles stratégies en est encore à ses débuts; une étude approfondie reste nécessaire pour que l'on en sache davantage sur les implications et lacunes de tels modèles.

La représentation oligopolistique de l'illiquidité peut servir de cadre à l'exploration d'une source de risque systémique, à savoir les répercussions que peuvent avoir les opérations d'une institution financière (ou de plusieurs) sur les prix des avoirs et la richesse d'autres institutions. Cette externalité peut toucher même un établissement qui n'est pas actif sur le marché en faisant reculer la valeur de ses avoirs. Si le repli du prix de l'actif est suffisamment prononcé, cet établissement peut se trouver confronté à des problèmes de valeur exposée au risque ou de marge qui l'obligeront à effectuer des transactions afin de rééquilibrer son portefeuille. Comme on l'a observé récemment, lorsque ce phénomène s'étend à de nombreuses institutions, il peut déclencher une cascade de ventes et une spirale à la baisse des prix.

Cette approche de base donne une bonne idée de la manière dont certains types de risque systémique pourraient en principe être analysés. Les externalités de nature pécuniaire découlant des opérations que mène une institution sur des marchés illiquides peuvent influencer sur les décisions de gestion de portefeuille d'autres institutions. Certains prôneront l'intervention de la banque centrale comme un moyen légitime de réduire ces effets¹⁸, mais leurs arguments devraient être soigneusement soupesés. On peut s'attendre en effet à ce que la possibilité d'une action officielle sur des marchés souffrant d'illiquidité influence le comportement des institutions financières et les amène à détenir moins de liquidités en réserve, puisqu'elles tableraient alors sur d'importantes injections de la part de la banque centrale.

J'ai énoncé quelques idées simples au sujet de la modélisation des marchés d'actifs peu liquides et de leur intégration potentielle aux systèmes de gestion des risques. Cette méthode a pour avantage de fournir un cadre se prêtant bien à l'examen des défaillances possibles des marchés et, du moins je l'espère, à l'utilisation des outils microéconomiques traditionnels pour analyser l'efficacité des instruments de politique pertinents. Les institutions financières auraient besoin, par exemple, de connaître le comportement global de leurs concurrentes sur les marchés pour parvenir à prendre en compte le risque systémique dans les modèles qu'elles emploient. Les organismes de réglementation pourraient contribuer de manière importante aux simulations de crise menées périodiquement en indiquant quelles répercussions des ventes massives sur certains marchés sont susceptibles d'avoir sur les prix des actifs. Nous n'en

16 Je reprends ici de façon abrégée et informelle l'étude de Brunnermeier et Pedersen (2005), dont s'inspirent notamment les travaux récents consacrés à l'incidence des stratégies employées sur les problèmes de liquidité.

17 Les causes possibles de telles difficultés sont nombreuses : retraits massifs, pertes sur portefeuille considérables, contraintes relatives à la valeur exposée au risque, appels de marge nécessitant un rééquilibrage du portefeuille, etc.

18 Pour un exemple récent d'arguments avancés en ce sens, consulter Acharya, Gromb et Yorulmaz (2008).

sommes encore à cet égard qu'aux premiers balbutiements et il reste beaucoup de travail de recherche et d'analyse à faire avant qu'une telle contribution soit possible de la part des autorités réglementaires.

Conclusion

J'ai cherché, dans le présent article, à faire ressortir la complexité inhérente à tout système contemporain de gestion des risques du fait des simplifications inhérentes aux modèles théoriques. Les gestionnaires de risques doivent être conscients de celles-ci ainsi que des réels dangers liés à une application mécanique des modèles. Les problèmes auxquels ils sont

confrontés sont aggravés par les difficultés que pose l'étalonnage sensé des paramètres de leurs modèles. Il s'agit là d'écueils non négligeables que la réglementation ne peut résoudre de façon simple. En outre, comme je l'ai mentionné précédemment, il est possible de tenir compte des risques systémiques en incorporant à un système de marché ou réseau financier le modèle fondamental de gestion des risques auquel recourent les institutions financières. Loin d'être nouveaux, certains problèmes de risque systémique (sinon tous) peuvent être considérés dans l'abstrait comme des défaillances classiques des marchés pouvant être appréhendées par les outils d'analyse microéconomique.

Ouvrages et articles cités

- Acharya, V. V., D. Gromb et T. Yorulmazer (2006). *Imperfect Competition in the Inter-bank Market for Liquidity as a Rationale for Central Banking*, Centre for Economic Policy Research, coll. « CEPR Discussion Papers », n° 6984.
- Acharya, V. V., L. Pedersen, T. Philippon et M. Richardson (2009). « Regulating Systemic Risk », chapitre 13, *Restoring Financial Stability: How to Repair a Failed System*, sous la direction de V. V. Acharya et M. Richardson, Hoboken (New Jersey), Wiley.
- Acharya, V. V., et M. Richardson, dir. (2009). *Restoring Financial Stability: How to Repair a Failed System*, Hoboken (New Jersey), Wiley.
- Allen, F., et D. Gale (2000). « Financial Contagion », *Journal of Political Economy*, vol. 108, n° 1, p. 1-33.
- (2007). *Understanding Financial Crises*, Oxford, Oxford University Press.
- Bagehot, W. (1873). *Lombard Street: A Description of the Money Market*, New York, Scribner. Réimprimé en 1999 avec un avant-propos de P. L. Bernstein, New York, Wiley.
- Barth, J. R., G. Caprio et R. Levine (2006). *Rethinking Bank Regulation: Till Angels Govern*, New York, Cambridge University Press.
- Black, F., et R. M. Scholes (1973). « The Pricing of Options and Corporate Liabilities », *Journal of Political Economy*, vol. 81, n° 3, p. 637-654.
- Bookstaber, R. M. (2007). *A Demon of Our Own Design: Markets, Hedge Funds, and the Perils of Financial Innovation*, Hoboken (New Jersey), Wiley.
- Brunnermeier, M. K., et L. H. Pedersen (2005). « Predatory Trading », *The Journal of Finance*, vol. 60, n° 4, p. 1825-1863.
- Caouette, J. B., E. I. Altman, P. Narayanan et R. W. J. Nimmo (2008). *Managing Credit Risk: The Great Challenge for Global Financial Markets*, Hoboken (New Jersey), Wiley.
- Crouhy, M., D. Galai et R. Mark (2001). *Risk Management*, New York, McGraw-Hill.
- De Larosière, J. (2009). Rapport du Groupe de haut niveau sur la surveillance financière dans l'Union européenne, Bruxelles, février. Internet : http://ec.europa.eu/internal_market/finances/docs/de_larosiere_report_fr.pdf.
- Diamond, D. W., et P. H. Dybvig (1983). « Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity », *Journal of Political Economy*, vol. 91, n° 3, p. 401-419.

Ouvrages et articles cités (suite)

- Financial Services Authority (2009a). *The Turner Review: A Regulatory Response to the Global Banking Crisis*, Londres, FSA.
- (2009b). *A Regulatory Response to the Global Banking Crisis*, coll. « FSA Discussion Papers », n° 09/2. Internet : http://www.fsa.gov.uk/pubs/discussion/dp09_02.pdf.
- Freixas, X., et J.-C. Rochet (2008). *Microeconomics of Banking*, 2^e éd., Cambridge (Massachusetts), MIT Press.
- Hart, O. D. (1976). « On the Optimality of Equilibrium when the Market Structure is Incomplete », *Journal of Economic Theory*, vol. 11, n° 3, p. 418-443.
- Hellwig, M. (2008). *Systemic Risk in the Financial Sector: An Analysis of the Subprime-Mortgage Financial Crisis*, coll. « Preprints of the Max Planck Institute for Research on Collective Goods », n° 2008/43. Internet : http://www.coll.mpg.de/pdf_dat/2008_43online.pdf.
- Jarrow, R. A., et S. M. Turnbull (1995). « Pricing Derivatives on Financial Securities Subject to Credit Risk », *The Journal of Finance*, vol. 50, n° 1, p. 53-85.
- Jorion, P. (2007). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*, 3^e éd., New York, McGraw-Hill.
- Kane, E. J. (1989). *The S & L Insurance Mess: How Did It Happen?*, Washington, Urban Institute Press.
- Lando, D. (2004). *Credit Risk Modeling: Theory and Application*, Princeton (New Jersey), Princeton University Press.
- Magill, M., et M. Quinzii (1996). *Theory of Incomplete Markets*, Cambridge (Massachusetts), Cambridge University Press.
- Meissner, G. (2005). *Credit Derivatives: Application, Pricing, and Risk Management*, Malden (Massachusetts), Blackwell.
- Merton, R. C. (1973). « Theory of Rational Option Pricing », *Bell Journal of Economics*, vol. 4, n° 1, p. 141-183.
- Milne, F. (2003). *Finance Theory and Asset Pricing*, 2^e éd., Oxford, Oxford University Press.
- (2008a). *Anatomy of the Credit Crisis: The Role of Faulty Risk Management Systems*, commentaire n° 269, Institut C. D. Howe.
- (2008b). *Credit Crises, Risk Management Systems and Liquidity Modelling*, John Deutsch Institute for the Study of Economic Policy, Université Queen's, coll. « Working Papers on Economic Policy », n° 1.
- Milne, F., et H. M. Shefrin (1986). « Information and Securities: A Note on Pareto Dominance and the Second Best », *Journal of Economic Theory*, vol. 43, n° 2, p. 314-328.
- Stern, G. H., et R. J. Feldman (2004). *Too Big to Fail: The Hazards of Bank Bailouts*, Washington, Brookings Institution Press.

Causes et conséquences des fluctuations du rythme de redistribution du travail au Canada

Danny Leung et Shutao Cao, département des Analyses de l'économie canadienne*

- Les emplois créés et détruits dans le secteur des entreprises au Canada représentent annuellement plus ou moins le cinquième du nombre total d'emplois. Cette redistribution du travail a essentiellement lieu au sein des secteurs (industries) plutôt qu'entre les secteurs.
- Entre 2005 et 2008, l'appréciation du dollar canadien et la montée des prix des produits de base ont donné lieu à un volume de redistribution du travail entre secteurs supérieur à la moyenne. L'incidence de ce redéploiement sur la productivité s'est toutefois révélée modeste.
- On dénote une étroite corrélation entre la redistribution du travail au sein des secteurs et la croissance de la productivité au Canada. Les facteurs déterminants de ce type de redistribution restent toutefois à définir, et cette démarche est d'autant plus pertinente compte tenu des taux de redistribution et de croissance de la productivité plus faibles au Canada qu'aux États-Unis.

La redistribution des ressources est un phénomène continu et répandu dans toute économie concurrentielle caractérisée par une grande hétérogénéité des entreprises et mise à mal par divers chocs affectant les entreprises, les secteurs ou encore l'activité économique dans son ensemble. À titre d'exemples, l'envolée des prix des produits de base et la brusque appréciation du dollar canadien ont eu pour effet d'induire une redistribution de la main-d'œuvre de la plupart des industries manufacturières vers les secteurs de l'extraction et de la production de biens non échangeables entre 2002 et 2008 (Dupuis et Marcil, 2008). Par ailleurs, la déréglementation du secteur des télécommunications aux États-Unis a donné lieu à une hausse marquée de la redistribution des ressources. En effet, un grand nombre de nouvelles entreprises et usines se sont taillé une place au sein de cette industrie, d'autres, inefficaces, se sont retirées, et la structure des parts de marché a pris une tout autre forme (Bartelsman et Doms, 2000).

La redistribution influe sur la production, sur la distribution des parts de marché et sur les différents facteurs de production — main-d'œuvre, capital et intrants matériels. Une question fondamentale a orienté les travaux de recherche : on sait que l'approfondissement du capital, l'innovation et le développement du capital humain ont eu des répercussions directes sur la productivité des secteurs et des économies, mais la redistribution du travail a-t-elle également eu une incidence et, le cas échéant, de quelle manière et dans quelle mesure? Dans un premier temps, en ce qui a trait à la production, Baldwin et Gu (2006) concluent que les variations dans la distribution des parts de marché entre les entreprises a pesé pour environ 70 % dans la croissance de la productivité globale du secteur manufacturier canadien entre

* Danny Leung a collaboré à la rédaction du présent article avant d'intégrer l'équipe de Statistique Canada. Les auteurs tiennent à remercier Richard Dion et Bob Fay pour leurs commentaires sur les versions antérieures de cet article.

1979 et 1999. Dans un deuxième temps, sur le plan du capital, Cao (2008) estime qu'un flux accru de capital productif entre les entreprises à la faveur d'un changement de propriété pourrait avoir entraîné une progression appréciable de la productivité globale du travail aux États-Unis au milieu des années 1980. Enfin, en ce qui concerne les intrants matériels, Bosworth et Triplett (2007) affirment que la redistribution des intrants intermédiaires entre les secteurs (industries) aurait contribué à affaiblir considérablement la croissance de la productivité globale aux États-Unis entre 1995 et 2000 et à l'augmenter entre 2000 et 2005. La question de la redistribution du travail a été beaucoup plus souvent examinée dans une perspective globale (mouvements entre secteurs) que sectorielle (mouvements entre entreprises ou usines). Pourtant, la redistribution intrasectorielle du travail est nettement plus susceptible d'agir sur le rendement économique global. De fait, si on décompose la croissance de la productivité globale du travail 1) en gains de productivité au sein des secteurs et 2) en gains attribuables à la redistribution du travail vers les secteurs où les niveaux de productivité ou la croissance de la productivité sont supérieurs, on constate que l'incidence de la redistribution du travail entre les secteurs est bien modeste et que les gains enregistrés sont issus en grande partie de la redistribution au sein même des secteurs. Dans la mesure où les gains de productivité découlent de la redistribution du travail entre des entreprises fortement hétérogènes, ce type de redistribution constituerait un facteur important de croissance de la productivité globale. Le présent article a pour objet, notamment, de faire état des récents travaux de recherche visant à faire la lumière sur cette question dans le contexte canadien. Un autre des buts poursuivis est de présenter les résultats de récentes études sur les déterminants de la redistribution du travail à l'échelle des entreprises et des usines. Si la redistribution entre entreprises joue un rôle dans la croissance de la productivité globale — et compte tenu que les renseignements à l'égard de cette redistribution ne sont accessibles qu'après un long délai —, le fait de connaître l'évolution récente des déterminants de ce type de redistribution permettrait de porter un jugement éclairé sur la contribution de cette dernière à l'accroissement récent de la productivité globale.

L'article est structuré comme suit. D'abord, nous comparons le rythme de la redistribution du travail qui s'est opérée dernièrement au Canada à celui de la redistribution observée dans le passé. Notre analyse a trait tant à la redistribution entre secteurs qu'à la

redistribution entre entreprises, celle-ci ayant des répercussions beaucoup plus appréciables que les mouvements entre secteurs. Ensuite, nous portons notre réflexion sur les déterminants possibles de la redistribution entre secteurs et entre entreprises, puis nous évaluons l'effet des fluctuations des cours des produits de base et du taux de change sur l'évolution du rythme de la redistribution du travail au Canada. Enfin, puisqu'il se peut que le rythme de la redistribution ait une incidence sur celui des gains d'efficacité, nous étudions, dans la dernière section, le lien entre redistribution et productivité et exposons de nouvelles données canadiennes qui viennent étayer l'importance de ce rapport.

La redistribution de l'emploi au Canada

La redistribution entre les secteurs

La présente section décrit l'évolution de la redistribution intersectorielle au Canada entre 1987 et 2003. L'une des mesures couramment employées pour le calcul du volume de redistribution de l'emploi entre les secteurs est l'indice de Lilien (1982) des changements intersectoriels. Cet indice représente la moyenne pondérée des écarts quadratiques entre les taux de croissance sectorielle de l'emploi et le taux de croissance globale de l'emploi. Soit l'équation suivante :

$$\sigma_t = \left[\sum_i \frac{E_{it}}{E_t} (\Delta \ln E_{it} - \Delta \ln E_t)^2 \right]^{0.5}, \quad (1)$$

où E_{it} désigne le niveau d'emploi dans l'industrie i à la période t ; E_t , le niveau d'emploi dans l'économie globale au moment t ; et N , le nombre d'industries. La valeur de l'équation est nulle lorsque toutes les industries croissent au même rythme et elle augmente au fur et à mesure que les taux de croissance de l'emploi des différentes industries deviennent plus diversifiés. D'un autre point de vue, l'expression $\Delta \ln E_{it} - \Delta \ln E_t$ peut désigner la variation de la part d'emploi détenue par l'industrie i , de telle sorte que la valeur de l'indice de Lilien augmente à mesure que les variations des parts d'emploi détenues par les différentes industries présentent une plus grande hétérogénéité.

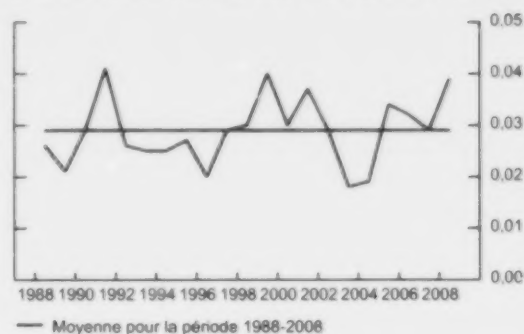
Cao et Leung (2009) calculent l'indice de Lilien au moyen des données sur l'emploi tirées de l'Enquête sur la population active (EPA) pour les 18 secteurs de l'économie au cours de la période allant de 1987

à 2008¹. Ils en concluent qu'entre 2005 et 2008, la redistribution a été plus rapide que la moyenne (Graphique 1). Le taux de croissance négatif de l'emploi dans le secteur de la fabrication explique dans une large mesure l'important volume de redistribution enregistré à chacune de ces quatre années; en moyenne, 36 % de la redistribution totale lui est attribuable. En revanche, la forte croissance de l'emploi dans le secteur de la construction a contribué à hauteur de 13 % à la dispersion totale observée durant la période, la croissance supérieure à la moyenne dans le secteur de l'extraction ayant joué un rôle en 2005 et en 2006 et la reprise de la croissance de l'emploi au sein des administrations publiques ayant eu un effet notable en 2008. Ces résultats cadrent avec l'idée que l'appréciation du dollar canadien et le renchérissement des produits de base entre 2005 et 2008 ont fait augmenter la concurrence étrangère et les coûts dans le secteur de la fabrication, ont permis la création directe de nombreux emplois dans le secteur de l'extraction et ont favorisé l'amélioration des termes de l'échange et du revenu intérieur réel et, par ricochet, l'essor de l'emploi dans certains secteurs de biens non échangeables, notamment la construction.

Si le rythme de redistribution intersectorielle s'est avéré rapide dans les dernières années, il a également été presque aussi élevé, si ce n'est pas plus, à certains moments dans le passé. Le Graphique 1 fait état de trois années en particulier, soit 1991, 1999 et 2001². Les prix des produits de base ont probablement contribué à la hausse du rythme de redistribution en 1999, mais ce n'est pas le cas en 1991 et en 2001. Le taux de croissance négatif de l'emploi dans les secteurs de l'extraction et de l'agriculture, de la foresterie, de la pêche et de la chasse, lequel intervient pour environ le tiers de la dispersion de la croissance de l'emploi cette année-là, peut être en lien avec la faiblesse des cours des produits de base. L'essentiel de la dispersion

enregistrée en 2001 peut être associée au recul marqué de l'emploi dans le secteur de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche, qui découle, selon toute vraisemblance, de la sécheresse ayant alors frappé l'ensemble du Canada. L'accroissement du rythme de redistribution en 1991 peut être attribuable à la récession et au brusque repli de l'emploi dans les secteurs de la fabrication et de la construction. Le haut niveau de dispersion de la croissance de l'emploi en 1991 illustre à merveille la sensibilité de l'indice de Lilien aux fluctuations du cycle économique, laquelle a été initialement mise en lumière par Abraham et Katz (1986)³.

Graphique 1 : Redistribution de l'emploi entre les secteurs selon l'indice de Lilien, Canada, 1988-2008



Source : Calculs des auteurs

La redistribution entre les entreprises

Les entreprises diffèrent grandement sur le plan de leurs caractéristiques, et c'est le cas même dans les secteurs étroitement définis. Certaines entreprises sont mieux en mesure que leurs consœurs de faire face à des chocs comme la flambée de la valeur du dollar canadien par rapport au dollar américain, peut-être en raison de leur taille, des compétences de leurs dirigeants, des technologies de production qu'elles emploient, des marchés qu'elles desservent, de la réputation de leurs produits, de la relation d'affaires particulière qu'elles entretiennent avec leurs fournisseurs et leurs bailleurs de fonds ou encore de leur situation financière. Ainsi, même si l'emploi à l'échelle sectorielle ou globale est en déclin, l'emploi dans une entreprise donnée peut être en hausse. La

1 Ces secteurs sont les suivants : agriculture, foresterie, pêche et chasse; extraction minière et extraction de pétrole et de gaz; services publics; construction; fabrication; commerce de gros; commerce de détail; transport et entreposage; industrie de l'information et industrie culturelle; finance, assurances et services immobiliers; services professionnels, scientifiques et techniques; gestion de sociétés et d'entreprises; services administratifs; services de soutien; services de gestion des déchets et services d'assainissement; services d'enseignement; soins de santé et assistance sociale; arts, spectacles et loisirs; hébergement et services de restauration; autres services; administrations publiques.

2 Cao et Leung (2009) recourent également aux données des comptes canadiens de productivité pour calculer la dispersion des taux de croissance des heures travaillées pour les années 1962 à 2004 à un niveau similaire de désaggrégation intersectorielle. Les résultats révèlent que les sommets enregistrés au cours des deux dernières décennies sont comparables à ceux des décennies 1960, 1970 et 1980, et qu'aucune tendance à long terme ne se dégage du rythme de la redistribution intersectorielle. Toutefois, l'étude de Sargent (2000), réalisée à l'aide de données historiques, indique que les niveaux de redistribution étaient largement plus élevés entre 1921 et 1960 qu'après 1960.

3 La sensibilité de l'indice de Lilien au cycle économique en fait une mesure des changements structurels permanents moins utile, puisque l'essentiel du fléchissement observé dans les secteurs de la fabrication et de la construction en période de récession n'est habituellement qu'un phénomène passager, et la situation se rétablit bien souvent d'elle-même dans les années subséquentes. Par conséquent, pour les besoins du présent article, l'indice de Lilien est associé à la dispersion de la croissance de l'emploi ou au rythme de la redistribution intersectorielle et non au rythme des changements structurels.

présente section porte sur la redistribution de l'emploi entre les entreprises.

Si la variation nette de l'emploi total équivaut à la différence entre le nombre d'emplois créés dans les entreprises dont l'emploi a crû et le nombre d'emplois détruits dans celles dont l'emploi a décru, alors la « redistribution totale des emplois » (ainsi qu'on désigne le concept dans la littérature) est la somme du nombre d'emplois créés dans les entreprises dont

l'emploi a crû et du nombre d'emplois détruits dans celles dont l'emploi a décru (voir l'encadré). Le taux de redistribution des emplois correspond à la redistribution totale des emplois exprimée sous forme de fraction du nombre total d'emplois.

Cao et Leung (2009) calculent les taux de redistribution des emplois pour la période allant de 1992 à 2006 au moyen de données administratives sur les entreprises canadiennes comptant des employés au sein du secteur

La redistribution des emplois entre entreprises : concepts et définitions

Le concept de redistribution des emplois dont il est question dans le présent article est le même que celui sur lequel reposent les travaux de Davis, Haltiwanger et Schuh (1996), précurseurs de la recherche dans le domaine. Supposons que E_{it} désigne le nombre de travailleurs dans l'entreprise i à la période t et que $Z_t = 0,5(E_t + E_{t-1})$ correspond à la moyenne de l'emploi total sur deux ans. Le *taux de création d'emplois* est égal à la somme des gains en effectifs des entreprises dont l'emploi a crû, divisée par l'emploi total. Soit l'équation suivante :

$$c_t = \frac{\sum_{i \in S^+} \Delta E_{it}}{Z_t}, \quad (1)$$

où S^+ désigne l'ensemble des entreprises dont l'emploi a crû. Le *taux de destruction d'emplois* est égal à la somme des pertes d'effectifs des entreprises dont l'emploi a décru, divisée par l'emploi total. Soit l'équation suivante :

$$d_t = \frac{\sum_{i \in S^-} |\Delta E_{it}|}{Z_t}, \quad (2)$$

où S^- désigne l'ensemble des entreprises dont l'emploi a décru. Le taux de croissance de l'emploi correspond à $c_t - d_t$, tandis que le *taux de redistribution des emplois*, représenté par r_t , équivaut à $c_t + d_t$.

Le taux de redistribution des emplois pour un secteur particulier, r_{it} , se calcule de la même manière, à l'exception que la somme ne tient compte que des entreprises du secteur faisant l'objet de l'analyse. En outre, la moyenne pondérée des taux de redistribution intrasectorielle des emplois est équivalente au taux global de redistribution des emplois. Soit l'équation suivante :

$$r_t = \sum_i \left(\frac{Z_{it}}{Z_t} \right) r_{it}, \quad (3)$$

où Z_{it} représente la moyenne de l'emploi sur deux ans dans l'industrie i .

La différence entre le taux de redistribution des emplois et le taux de croissance de l'emploi est désignée par l'expression *taux de redistribution excédentaire des emplois*. Il s'agit du volume de redistribution qui excède le volume nécessaire pour provoquer la variation nette de l'emploi. Par exemple, pour obtenir une variation nette de l'emploi équivalant à 1, il suffit qu'une entreprise crée un emploi. On peut toutefois obtenir la même variation nette si une entreprise crée 100 emplois et qu'une autre en supprime 99.

des entreprises⁴. Le taux de redistribution des emplois (Graphique 2) ne présente pas une aussi grande variabilité que la mesure de la redistribution de l'emploi entre secteurs (Graphique 1). Toutefois, il semble s'inscrire en légère baisse au fil des années⁵, ce qui porte à croire que la redistribution entre entreprises ne serait pas tant fonction des fluctuations du taux de change et des cours des produits de base, mais qu'elle serait plutôt le résultat de facteurs structurels ou institutionnels comme la déréglementation, la libéralisation des échanges et le vieillissement de la population.

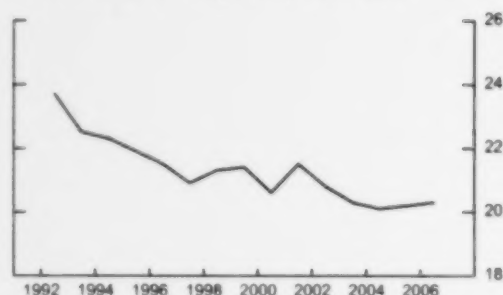
Si les taux de redistribution des emplois ne varient pas de façon considérable au fil des années, ils diffèrent largement d'un secteur (industrie) à l'autre (Graphique 3). Les bandes horizontales du Graphique 3 précisent les taux moyens de redistribution entre 1992 et 2006 pour le secteur des entreprises et les 17 sous-secteurs (selon les données du PALE). Le taux moyen de redistribution des emplois dans le secteur des entreprises est de 21 %, ce qui indique que, chaque année, environ un emploi sur cinq est créé ou supprimé. Les taux associés aux secteurs de la construction, de l'agriculture (foresterie, pêche et chasse comprises) et des services professionnels sont quant à eux beaucoup plus élevés. Dans ces industries, près d'un emploi sur trois est créé ou supprimé chaque année. Tout à l'opposé, on trouve le secteur des soins de santé, au sein duquel moins d'un emploi sur dix est créé ou supprimé tous les ans.

Le taux de redistribution des emplois dans le secteur des entreprises est de 21 %, ce qui indique que, chaque année, environ un emploi sur cinq est créé ou supprimé.

Dans le Graphique 3, le taux de redistribution des emplois associé à chaque secteur est scindé en deux segments, soit la valeur absolue du taux de croissance sectorielle de l'emploi et le taux de redistribution

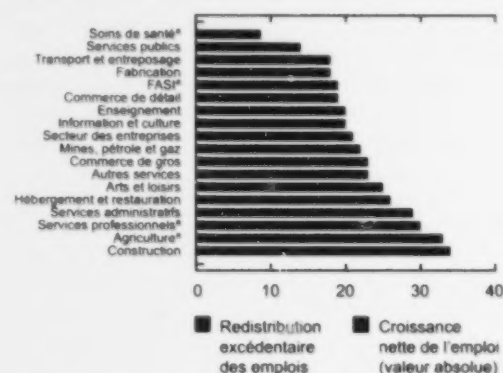
« excédentaire » des emplois, c'est-à-dire la portion du taux global qui excède le volume de redistribution nécessaire pour provoquer la variation nette de l'emploi. Selon le Graphique 3, la variation nette de l'emploi dans un secteur donné ne représente qu'une modeste parcelle du taux de redistribution des emplois, ce qui indique que les variations nettes de l'emploi entre secteurs dont il a été question à la section précédente ne constituent qu'une petite fraction du taux global de redistribution du travail dans l'économie.

Graphique 2 : Taux de redistribution des emplois dans le secteur des entreprises, 1992-2006



Source : Calculs des auteurs

Graphique 3 : Taux moyen de redistribution des emplois, par secteur, 1992-2006



a. Les soins de santé incluent l'assistance sociale. L'acronyme FAST signifie « finance, assurances et services immobiliers ». Les services professionnels englobent les services scientifiques et techniques. Le secteur de l'agriculture comprend également la foresterie, la pêche et la chasse.

Source : Calculs des auteurs

⁴ Cao et Leung (2009) ont recours aux fichiers de données du Programme d'analyse longitudinale de l'emploi (PALE) de Statistique Canada, lesquels contiennent des renseignements sur l'emploi et les charges salariales de toutes les entreprises qui comptent des employés au Canada. Par secteur des entreprises, on entend l'ensemble des secteurs à l'exception des administrations publiques, des ménages et des branches publiques des services d'enseignement et de soins de santé.

⁵ L'analyse de Davis et autres (2008), qui prend appui sur des données relatives aux entreprises américaines, révèle que, depuis le début des années 1990, les taux de redistribution des emplois sont en baisse dans le secteur privé non agricole aux États-Unis.

Les déterminants de la redistribution

Les données exposées à la section précédente donnent à penser que la flambée des cours des produits de base et l'appréciation du dollar canadien ont été des moteurs importants de l'accroissement de la redistribution du travail entre secteurs observé entre 2005 et 2008. Dans la présente section, nous montrons, à l'aide d'une analyse économétrique, que c'est effectivement le cas. De façon plus générale, nous nous attarderons aux déterminants de la variation temporelle de la redistribution entre secteurs et au sein des secteurs (entre entreprises).

Les déterminants de la redistribution entre secteurs

Les variations dans la demande de main-d'œuvre d'un secteur à l'autre sont fondamentalement induites par les fluctuations de la demande de biens et de services que produit chaque secteur et par les technologies de production auxquelles celui-ci a recours. Ainsi, puisque le revenu augmente parallèlement à la croissance économique, la demande de biens et de services dont l'élasticité-revenu est relativement grande aura tendance à s'accroître par rapport à la demande d'autres biens et services, et la part d'emploi détenue par les secteurs concernés s'inscrira aussi en hausse. De même, au fil du temps, les progrès technologiques profitent en règle générale davantage aux secteurs de production de biens qu'aux secteurs de prestation de services; de fait, la productivité du travail et la productivité multifactorielle ont toutes deux progressé plus rapidement dans le cas des biens que dans celui des services⁶. Résultat : pour parvenir à un niveau de production identique, le secteur des biens requiert moins de main-d'œuvre que celui des services. L'évolution des technologies en faveur des biens plutôt que des services explique en grande partie le recul des parts d'emploi détenues par les secteurs de la fabrication et de l'agriculture auquel on assiste depuis maintes années. D'autres facteurs affectant l'offre sont de nature plus transitoire, mais ils peuvent néanmoins avoir des répercussions sur les mesures de la redistribution. Les effets de la sécheresse qui a touché l'ensemble du Canada en 2001 constituent un exemple probant.

Ainsi qu'il a été mentionné précédemment, les variations dans la composition de la demande d'un secteur à l'autre peuvent être attribuables au cycle économique. Abraham et Katz (1986) notent que la main-d'œuvre diminue plus vite en période de récession dans certains secteurs de production de biens, en particulier ceux de la fabrication et de la construction, que dans les secteurs de prestation de services. Les variations dans la composition de la demande peuvent également être provoquées par les changements exogènes qui s'opèrent dans les prix relatifs et auxquels sont exposés les consommateurs et les producteurs nationaux. Au Canada, de telles fluctuations sont souvent associées à des mouvements dans les prix des produits de base à l'échelle internationale ou à des variations du taux de change.

Cao et Leung (2009) évaluent l'effet des fluctuations du taux de change réel et des cours des produits de base sur la croissance sectorielle de l'emploi. Étant donné la sensibilité de l'indice de Lilien au cycle économique, les auteurs produisent d'abord, à l'aide d'une technique économétrique employée par Rissman (1997), une estimation du cycle économique et de la sensibilité de la part d'emploi de chaque secteur (données tirées de l'EPA) au cycle. Les variations dans les parts d'emploi de chaque secteur qui ne sont pas liées au cycle peuvent servir au calcul d'un indice de Lilien ajusté en fonction du cycle. On fait ensuite la régression de la variation de la part d'emploi ajustée en fonction du cycle pour chaque secteur par rapport à la croissance du taux de change réel global, à la croissance des composantes énergétiques et non énergétiques de l'indice des prix des produits de base en dollars canadiens réels, à une variable dépendante retardée et à une constante⁷. Les parts d'emploi prédites par les variables explicatives dans chaque analyse de régression sont ensuite utilisées pour recalculer la redistribution de l'emploi entre secteurs au moyen de l'indice de Lilien.

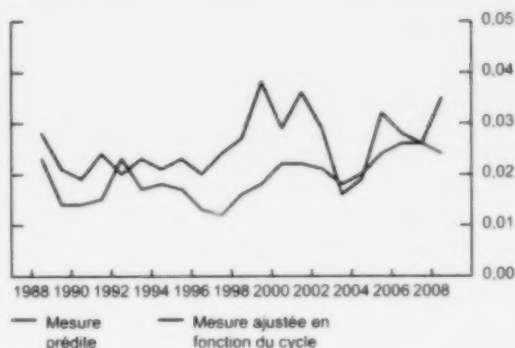
L'indice de Lilien corrigé en fonction du cycle se rapproche de la valeur obtenue à l'aide des données brutes (graphiques 1 et 4), la différence la plus notable étant que la mesure corrigée n'implique pas de sommet au moment de la récession de 1991. L'indice de Lilien reposant sur les parts d'emploi prédites par le modèle de régression se situe généralement au-dessous de la mesure corrigée en fonction du

6 Selon les comptes canadiens de productivité, entre 1961 et 2007, la productivité multifactorielle a affiché une hausse de 47 % dans le secteur des biens tandis qu'elle a fléchi de 1 % dans celui des services. Au cours de la même période, la productivité du travail a fait un bond de 232 % dans le secteur des biens, mais de seulement 49 % dans celui des services.

7 Le taux de change réel et les prix réels de l'énergie varient souvent de manière parallèle. Toutefois, la corrélation entre les taux de croissance des deux séries pour la période étudiée n'est que de 0,25. Par conséquent, les variations dans les données devraient être assez grandes pour que l'on puisse distinguer l'effet de chacun des facteurs.

cycle du fait que la variabilité des parts d'emploi n'est pas entièrement attribuable aux fluctuations du taux de change ou des prix des produits de base. En moyenne, les résultats de la régression expliquent 75 % de la dispersion de la croissance de l'emploi ajustée en fonction du cycle⁸. Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, la mesure prédite de la dispersion, à l'instar de la mesure corrigée, retrouve une orientation ascendante après 2004. L'appréciation du dollar et la hausse des prix des produits de base expliquent environ 50 % de l'accroissement de la dispersion de la croissance de l'emploi ajustée en fonction du cycle depuis 2004.

Graphique 4 : Mesure prédite et mesure ajustée en fonction du cycle de la dispersion de la croissance de l'emploi



Source : Calculs des auteurs

Les déterminants de la redistribution entre entreprises

Les chocs affectant les variables globales, comme les taux de change et les prix des produits de base, peuvent entraîner une redistribution entre secteurs mais également entre entreprises, puisque la capacité d'adaptation diffère d'une entreprise à l'autre. Les compétences des dirigeants, la taille, la situation financière, la relation d'affaires avec les bailleurs de fonds et les marchés desservis sont au nombre des facteurs qui influent sur la capacité d'une entreprise à bien gérer les chocs. La conjoncture évolue sans cesse, ce qui donne lieu à une redistribution constante des emplois entre les entreprises, mais on doit

s'attendre à ce que les répercussions soient plus appréciables lorsque la conjoncture subit des changements plus rapides.

Cependant, ainsi qu'il en a été question dans la première section, le taux de redistribution des emplois entre entreprises semble afficher une moins grande variabilité que le taux de dispersion intersectorielle des taux de croissance de l'emploi, ce qui porte à croire que des facteurs structurels et institutionnels qui évoluent moins rapidement pourraient avoir un rôle à jouer. Dans leur étude réalisée au moyen de données sur les entreprises de fabrication américaines, Davis, Haltiwanger et Schuh (1996) montrent que la redistribution excédentaire diminue avec la taille de l'entreprise, l'âge de l'entreprise et le salaire moyen. Ils avancent également que le volume de redistribution augmente avec l'ouverture au commerce international, mais ils ne disposent pas de données probantes à cet égard. Le risque de faillite est moins important chez les grosses entreprises bien établies que du côté des jeunes entreprises de petite taille; en revanche, le potentiel de croissance de ces dernières est appréciable. Les salaires élevés ont pour effet de modérer la redistribution parce qu'ils reflètent, en partie, de hauts niveaux de capital humain. En particulier, ils peuvent indiquer l'existence d'un capital humain spécifique, c'est-à-dire de compétences qui ne sont pas aisément transférables. Tant les employés que les employeurs profitent de cette situation et, par voie de conséquence, les liens qu'ils tissent sont plus viables que dans les cas où les compétences sont pleinement transférables. Enfin, les entreprises qui sont plus ouvertes au commerce international sont confrontées à une gamme supplémentaire de chocs potentiels, ce qui accentue la variabilité de l'emploi.

Le taux de redistribution des emplois entre entreprises semble afficher une moins grande variabilité que le taux de dispersion intersectorielle des taux de croissance de l'emploi.

Cao et Leung (2009) examinent les liens entre le taux de redistribution excédentaire des emplois pour un secteur donné, le pourcentage d'employés travaillant dans des grandes entreprises du secteur, le niveau de capital humain dans le secteur⁹, l'ouverture du secteur

⁸ La variation prédite des parts d'emploi sectorielles produit une mesure prédite de la dispersion équivalant à 0,011, soit 43 % de la dispersion réelle. En moyenne, lorsque ni le taux de change ni les prix des produits de base (les constantes dans l'analyse de régression) ne fluctuent. On peut interpréter ce résultat comme l'effet des tendances à long terme des parts d'emploi. Les fluctuations du taux de change et des prix des produits de base sont à l'origine des 32 points de pourcentage restants expliqués par le modèle de régression.

⁹ L'âge moyen des employés et le pourcentage d'employés titulaires d'un diplôme universitaire font office de variables de substitution pour le niveau de capital humain.

au commerce international, le taux de change réel global et les composantes énergétiques et non énergétiques de l'indice des prix des produits de base. Ils en viennent à la conclusion que le niveau de capital humain et le taux de change réel global ne sont pas statistiquement significatifs¹⁰. Le renchérissement des produits de base a pour effet d'abaisser les taux de redistribution des emplois. Il est possible que l'augmentation des prix de ces produits génère un accroissement du revenu des Canadiens et réduise suffisamment les pressions de rentabilité qui pèsent sur les entreprises pour modérer le rythme auquel les entreprises moins rentables et moins productives sont remplacées par d'autres plus rentables et plus productives. La forte hausse des prix des produits de base observée dans les dernières années ne peut toutefois pas expliquer le ralentissement de la redistribution étant donné que celui-ci s'est produit en bonne partie dans les années 1990.

Cao et Leung (2009) constatent également, conformément aux prévisions, que la taille de l'entreprise et la concurrence des importations sont liées au taux de redistribution des emplois, mais qu'aucun des deux facteurs ne peut expliquer le ralentissement de la redistribution des emplois au fil du temps. La concurrence des importations s'est intensifiée au fil des années et, après une période de repli, la proportion de travailleurs embauchés dans des entreprises comptant plus de 500 employés est maintenant stable depuis 1997.

La taille de l'entreprise et la concurrence des importations sont liées au taux de redistribution des emplois, mais aucun des deux facteurs ne peut expliquer le ralentissement de la redistribution des emplois au fil du temps.

En somme, bien que l'on ait cerné plusieurs des facteurs qui influent sur le taux de redistribution des emplois, aucun de ces facteurs n'est responsable du fléchissement observé. Ce recul peut être associé à la « grande modération », expression qui qualifie la diminution de la variabilité de la croissance globale du produit intérieur brut enregistrée depuis le milieu des années 1980 dans un certain nombre de pays de

l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) (Summers, 2005)¹¹. Toutefois, les facteurs sous-jacents à cette grande modération ne sont toujours pas clairement définis.

Les incidences sur la production et la productivité globales

Les entreprises et usines vieillissantes laissent place régulièrement à de nouveaux établissements qui utilisent des procédés de fabrication novateurs et commercialisent des produits nouveaux. Toute une catégorie de modèles (par exemple, Aghion et Howitt, 1992) utilise ce concept de « destruction créatrice », selon la formule de l'économiste Schumpeter (1942), et celui de redistribution des ressources qui lui est associé, pour expliquer la croissance économique. Dans la présente section, nous nous penchons tout d'abord sur l'efficacité du processus de redistribution du travail au Canada. Nous passons ensuite en revue un certain nombre d'études qui examinent les effets de ce processus.

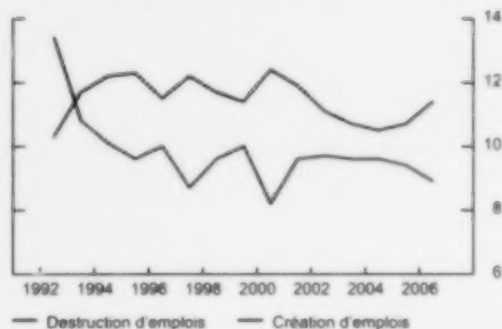
L'efficacité du processus de redistribution

Pour Caballero et Hammour (1998), un processus de redistribution du travail est qualifié de peu efficace lorsqu'il se caractérise par une sclérose et par un déséquilibre sur le plan de la restructuration. La première caractéristique a trait au degré de redistribution, tandis que la seconde fait référence au temps. Pour ce qui est du degré de redistribution, Balakrishnan (2008) note que le taux de redistribution des emplois au Canada (qui avoisinait 10 %) a été de 2 points de pourcentage moins élevé qu'aux États-Unis entre 1993 et 2004. Et bien que Balakrishnan ne le mentionne pas explicitement, il est peut-être encore plus déroutant de constater que cet auteur observe une corrélation positive (0,49) entre la création et la destruction d'emplois aux États-Unis, mais négative (0,57) au Canada (voir aussi le Graphique 5). Lorsque la destruction d'emplois s'intensifie aux États-Unis sous l'effet de chocs, les entreprises et les secteurs en expansion absorbent les travailleurs à une cadence accrue, quoique plus lente que le rythme de destruction. Par contre, lorsque la destruction d'emplois s'accélère au Canada, la création d'emplois ralentit, ce qui a pour conséquence de freiner le redéploiement attendu.

¹⁰ Le caractère statistiquement non significatif de l'âge donne également à penser que le ralentissement de la redistribution des emplois n'est pas lié au vieillissement de la population.

¹¹ La grande modération aux États-Unis est également associée au ralentissement de la redistribution des emplois. Voir Davis et autres (2006) ainsi que Balakrishnan (2008).

Graphique 5 : Taux de création et de destruction d'emplois au Canada, 1992-2006



Source : Calculs des auteurs

Le fait que le marché du travail canadien comporte un plus grand nombre de rigidités que son pendant américain est une des raisons pouvant expliquer les différences dans l'ajustement du facteur travail entre les deux pays. Les données à l'appui de cet argument sont toutefois loin d'être concluantes. Grady et Macmillan (2007), par exemple, font une recension des études portant sur la mobilité interprovinciale de la main-d'œuvre au Canada et concluent qu'il n'existe pas de barrières importantes à ce chapitre. En outre, si les lois en matière de protection de l'emploi sont plus sévères au Canada qu'aux États-Unis (OCDE, 2004), Kuhn (2000) fait valoir que la différence est négligeable.

L'ajustement plus lent de la main-d'œuvre au Canada témoigne peut-être aussi de l'existence d'un plus grand nombre de rigidités sur le marché des produits ou d'un accès au financement plus difficile pour les petites entreprises. De fait, la conclusion selon laquelle la différence dans les taux de redistribution des emplois entre le Canada et les États-Unis s'explique par le nombre moins élevé de redistributions liées au mouvement de création et de disparition d'entreprises au Canada amène Balakrishnan (2008) à penser que les différences dans les rigidités du marché des produits entre les deux pays jouent un rôle important. À cet égard, il semble bien que la réglementation en matière de concurrence sur le marché des produits soit un peu plus élaborée au Canada qu'aux États-Unis (Conway et autres, 2006). Par ailleurs, il se pourrait que le taux de renouvellement des entreprises plus faible — et, implicitement, l'ajustement plus lent de la main-d'œuvre — observé au Canada soit la conséquence d'un accès au financement plus difficile pour les petites entreprises. Leung, Meh et Terajima (2008) notent, par exemple, que les petites et moyennes

entreprises au Canada ont moins recours aux services de crédit des institutions financières que leurs contreparties américaines. En revanche, cela pourrait également indiquer un moins grand besoin de crédit, ou encore une moins grande disponibilité du crédit, au Canada. En conclusion, il est nécessaire d'explorer davantage les causes de la lenteur relative de l'ajustement de la main-d'œuvre au Canada.

L'ajustement plus lent de la main-d'œuvre au Canada témoigne peut-être aussi de l'existence d'un plus grand nombre de rigidités sur le marché des produits ou d'un accès au financement plus difficile pour les petites entreprises.

Les répercussions du processus de redistribution du travail

Les modèles fondés sur le concept de destruction créatrice laissent entrevoir que la redistribution du travail doit avoir une incidence positive sur la production et la productivité; or, ce n'est pas nécessairement le cas. À court terme, les coûts d'ajustement liés au redéploiement des travailleurs des secteurs et entreprises en déclin vers les secteurs et entreprises en expansion pourraient freiner la croissance de la production et de la productivité. Il se peut, en effet, que les compétences propres à un domaine d'activité ne soient pas transférables d'un secteur à un autre ou d'une entreprise à une autre, de sorte qu'il faudra former à nouveau les travailleurs qui arrivent d'autres entreprises ou d'autres secteurs. Pour mesurer l'effet des coûts d'ajustement sur la production globale, Tapp (2007) élabore un modèle multisectoriel où les entreprises peuvent engager des frais de formation afin d'améliorer les compétences de leurs employés. Cet investissement particulier devient toutefois improductif lorsque l'employé quitte l'entreprise. Selon les observations de Tapp (2007), lorsque le modèle est étalonné en fonction des données canadiennes, le coût de la redistribution intersectorielle du travail provoquée par un choc semblable à celui qu'a subi le Canada ces dernières années équivaut à 3 % de la valeur de la production globale dans la première année suivant le choc. Le processus d'ajustement, lui, s'étend sur une période de cinq ans en tout.

Comme le souligne Haltiwanger (2002), même à plus long terme, il est inexact de supposer qu'il se fait toujours un transfert d'emplois des entreprises

ou secteurs moins productifs vers les entreprises ou secteurs plus productifs. Par exemple, dans leur analyse de l'incidence de la libéralisation des échanges sur le secteur manufacturier au Canada, Baldwin et Gu (2004) observent que les entreprises qui se sont lancées dans l'exportation sont parvenues à hausser leur taux de croissance de la productivité du travail en augmentant leur degré de spécialisation dans certains produits et en profitant des avantages qui découlent de la production à plus grande échelle, tout en diminuant leur facteur travail. Ces observations portent à croire que l'incidence de la redistribution du travail sur la production et la productivité est une question d'ordre empirique en ce sens que cet effet dépend des mesures mises en œuvre par les entreprises.

De nombreuses études utilisent des approches comptables pour déterminer l'incidence de la redistribution du travail sur la productivité globale du travail. Selon ces approches par décomposition, les mouvements de main-d'œuvre poussent à la hausse la productivité globale si le redéploiement se fait en faveur des entreprises ou des secteurs qui affichent une productivité ou une croissance supérieures à la moyenne. Les effets des coûts d'ajustement ne sont pas pris en compte explicitement. Dans la mesure où les coûts d'ajustement agissent sur la croissance de la productivité du travail à court terme, l'exercice comptable qui sert à décomposer la variation de la productivité globale sur une courte période aura plutôt tendance à montrer que la redistribution a une incidence négative, parce que les coûts d'ajustement influenceront à la baisse sur le taux de croissance de la productivité du travail dans les secteurs où l'emploi est en forte progression. Si la variation de la productivité globale est décomposée sur un horizon plus lointain, il y aura plus de chances que l'effet des coûts d'ajustement se fasse peu sentir.

À l'aide d'une approche comptable, Dupuis et Marci (2008) montrent que, du point de vue strictement comptable, la récente redistribution du travail entre les secteurs a eu un effet positif, quoique faible, expliquant environ 7 % de la croissance de la productivité du travail enregistrée dans le secteur des entreprises entre 2003 et 2007¹². En revanche, Baldwin et Gu (2006) montrent que la redistribution du travail entre les entreprises a contribué pour quelque 35 % à la croissance de la productivité du travail observée

dans le secteur manufacturier au Canada entre 1989 et 1999¹³.

On ne peut réaliser une analyse comme celle de Baldwin et Gu (2006) pour un segment plus large de l'économie canadienne, car on ne dispose pas des données voulues sur les entreprises. Afin d'estimer l'incidence de la redistribution du travail entre les entreprises sur l'économie en général, Cao et Leung (2009) font la régression du taux de croissance de la productivité du travail (PT) de chacun des 17 secteurs présentés dans le Graphique 3 par rapport au taux de redistribution excédentaire des emplois de chaque secteur. Outre le taux de redistribution, leur analyse de régression prévoit, pour chaque secteur, un taux de croissance moyen différent et une sensibilité différente au cycle économique, celui-ci étant représenté par la variation du taux de chômage global (CH) :

$$\Delta \ln(PT_{it}) = \sum_i \alpha_{0i} + \alpha_1 (r_{it} - |c_{it} - d_{it}|) + \sum_i \alpha_{2i} \Delta CH_t + e_{it} \quad (2)$$

Les auteurs observent que le coefficient associé à la redistribution excédentaire des emplois est égal à 0,14 et statistiquement significatif, ce qui implique que l'écart de 2 points de pourcentage entre les taux de redistribution excédentaire des emplois au Canada et aux États-Unis compte pour 0,3 point de pourcentage dans la différence de taux de croissance de la productivité du travail entre ces deux pays¹⁴. Cette contribution est appréciable quand on sait que le taux de croissance de la productivité du travail aux États-Unis a excédé de 0,7 point de pourcentage, en

13 Ces auteurs montrent également que la redistribution a une importance accrue lorsqu'on s'intéresse à la production plutôt qu'au travail. Ils affirment en effet que le mouvement de création et de disparition d'entreprises qui est à l'origine de la redistribution du travail entre les entreprises est lié à l'exercice de la concurrence sur le marché des produits, et non sur le marché de l'emploi. Par conséquent, si l'on veut isoler l'effet de la concurrence, il sera plus indiqué de focaliser son attention sur la variation des parts de production plutôt que sur celle des parts d'emploi.

14 Comme nous l'avons mentionné plus haut, Balakrishnan (2008) constate que le taux de redistribution des emplois est de 2 points de pourcentage plus élevé aux États-Unis qu'au Canada au cours de la période 1993-2004. Cet écart est en partie attribuable au fait que les données canadiennes utilisées par Balakrishnan comprennent des données provenant du secteur des administrations publiques, ce qui n'est pas le cas pour les données des États-Unis. Cao et Leung (2009) montrent que si l'on exclut les données sur les administrations publiques, on réduit de 0,25 à 1,5 point de pourcentage l'écart entre les taux de redistribution des emplois aux États-Unis et au Canada. Or, la croissance nette de l'emploi a été plus faible aux États-Unis qu'au Canada, l'écart étant d'environ -0,5 point. Comme le taux de redistribution excédentaire des emplois est égal à la différence entre le taux de redistribution des emplois et le taux de croissance nette de l'emploi, l'écart entre les taux de redistribution excédentaire des emplois aux États-Unis et au Canada est d'environ 2 points de pourcentage.

12 Après avoir étudié, à l'aide d'une méthodologie comptable, l'incidence de la migration interprovinciale sur la croissance de la productivité du travail, Sharpe, Arsenault et Ershov (2007) constatent que cette migration comptait pour 4 % de la croissance tendancielle en 2006.

moyenne, celui au Canada durant la période 1993-2004, qui est celle étudiée par Balakrishnan (2008). Il importe de garder présents à l'esprit deux éléments lorsqu'on interprète la relation mise en évidence par la régression ci-dessus. Premièrement, il est permis d'affirmer que l'accélération du progrès technique peut donner lieu à une plus grande redistribution dans un secteur donné, parce que les entreprises n'ont pas toutes la même capacité d'adaptation aux changements qui surviennent dans leur milieu. Par conséquent, l'une des raisons pour lesquelles on observe une relation aussi étroite tient au fait que le lien de causalité opère dans les deux sens. Deuxièmement, les résultats ne supposent nullement que la redistribution est en soi une source de croissance de la productivité pour les entreprises. Les nouvelles entreprises, comme les entreprises survivantes, doivent prendre des mesures pour accroître leur productivité — par exemple, adopter de nouvelles techniques et augmenter l'intensité du capital — de façon à être plus productives que les entreprises auxquelles elles succèdent. Le redéploiement de la main-d'œuvre entre les entreprises est un processus qui engendre des gains de productivité pour le secteur et l'économie en général, mais non pour l'entreprise.

Conclusion

La redistribution intersectorielle du travail a repris de l'ampleur ces dernières années, en raison notamment

de l'appréciation du dollar canadien et de la hausse des prix des produits de base. Ce mouvement n'a toutefois qu'une incidence mineure sur la productivité du travail. À l'inverse, les données les plus récentes indiquent un ralentissement ou une stabilisation de la redistribution du travail entre les entreprises, ce qui semble être en contradiction avec la forte variation que connaissent les prix relatifs depuis 2003, phénomène qui serait censé intensifier le redéploiement, et non le freiner. Le fait que ce ralentissement soit progressif donne à penser que des facteurs structurels ou institutionnels sont en cause, mais on ignore lesquels. En ce qui a trait à l'incidence de ce redéploiement, on note qu'il engendre des gains de productivité du travail substantiels dans le secteur de la fabrication en particulier et le secteur des entreprises en général.

Dans l'ensemble, la réaction du marché canadien de l'emploi à la hausse du dollar et à la forte augmentation des prix des produits de base a révélé que le Canada possédait des marchés des produits et de l'emploi relativement souples. Mais des améliorations sont encore possibles. D'autres études seront nécessaires pour expliquer pourquoi les taux de redistribution des emplois sont différents au Canada et aux États-Unis et pourquoi il existe une corrélation négative entre la création et la destruction d'emplois au Canada. Il est essentiel de mieux comprendre ces questions étant donné le rôle que joue la redistribution des ressources entre les entreprises dans l'évolution de la productivité au Canada.

Ouvrages et articles cités

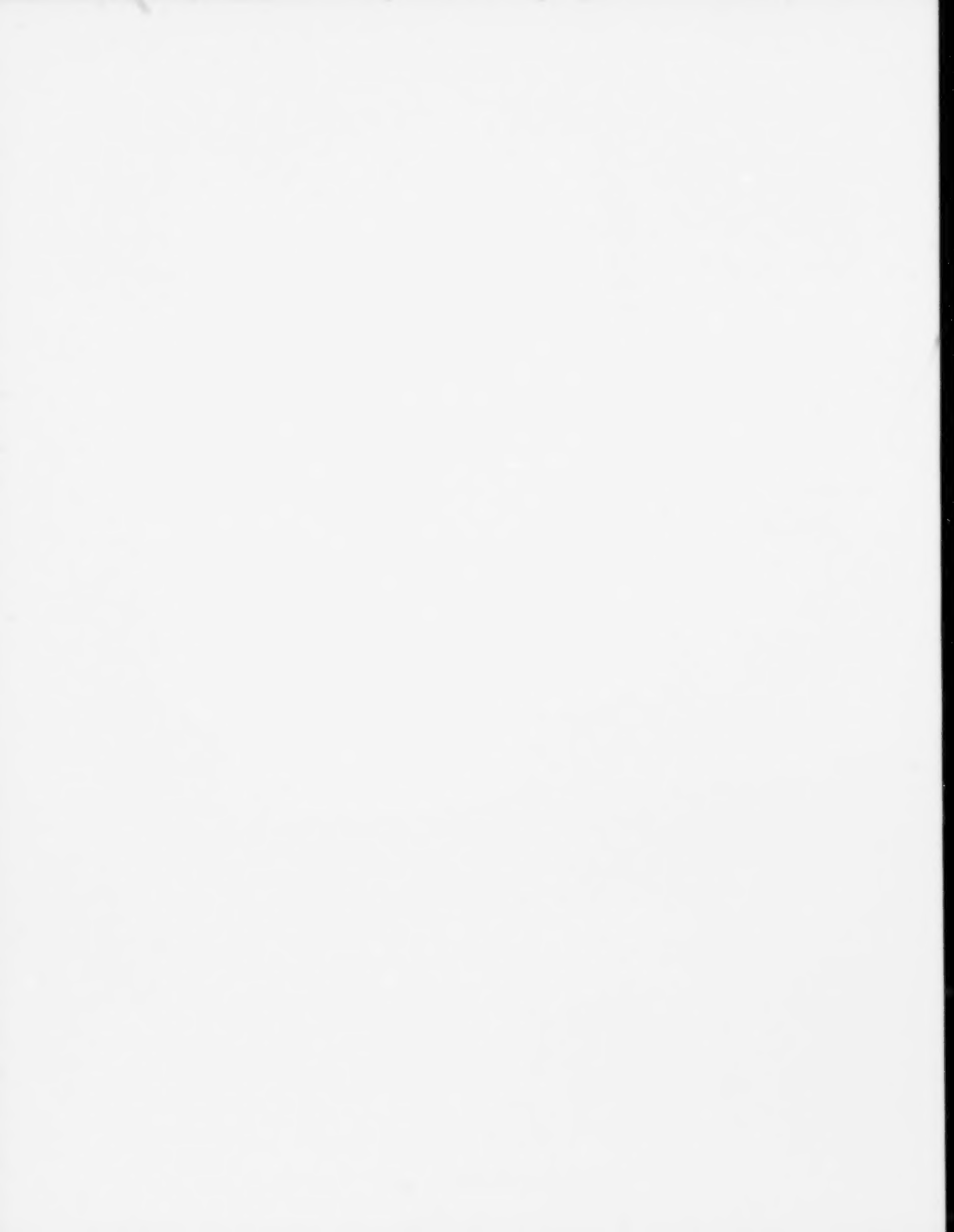
- Abraham, K. G., et L. F. Katz (1986). « Cyclical Unemployment: Sectoral Shifts or Aggregate Disturbances? », *Journal of Political Economy*, vol. 94, n° 3, p. 507-522.
- Aghion, P., et P. Howitt (1992). « A Model of Growth through Creative Destruction », *Econometrica*, vol. 60, n° 2, p. 323-351.
- Balakrishnan, R. (2008). *Canadian Firm and Job Dynamics*, document de travail n° WP/08/31, Fonds monétaire international.
- Baldwin, J. R., et W. Gu (2004). *Libéralisation des échanges : participation aux marchés d'exportation, croissance de la productivité et innovation*, document de recherche sur l'analyse économique n° 27, Statistique Canada.
- (2006). *Concurrence, roulement des entreprises et croissance de la productivité*, document de recherche sur l'analyse économique n° 42, Statistique Canada.
- Bartelsman, E. J., et M. Doms (2000). « Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Micro-data », *Journal of Economic Literature*, vol. 38, n° 3, p. 569-594.

Ouvrages et articles cités (suite)

- Bosworth, B. P., et J. E. Triplett (2007). « Les services continuent d'expliquer la croissance de la productivité aux États-Unis au début du XXI^e siècle », *Observateur international de la productivité*, n° 14, p. 3-22.
- Caballero, R. J., et M. L. Hammour (1998). « The Macroeconomics of Specificity », *Journal of Political Economy*, vol. 106, n° 4, p. 724-767.
- Cao, S. (2008). *A Model of Costly Capital Reallocation and Aggregate Productivity*, document de travail n° 2008-38, Banque du Canada.
- Cao, S., et D. Leung (2009). *Labour Reallocation, Relative Prices, and Productivity*, document de travail, Banque du Canada. À paraître.
- Conway, P., D. de Rosa, G. Nicoletti et F. Steiner (2006). *Regulation, Competition and Productivity Convergence*, document de travail n° 509, Département des Affaires économiques, Organisation de coopération et de développement économiques.
- Davis, S. J., R. J. Faberman, J. C. Haltiwanger, R. Jarmin et J. Miranda (2008). *Business Volatility, Job Destruction and Unemployment*, document de travail n° 14300, National Bureau of Economic Research.
- Davis, S. J., J. C. Haltiwanger, R. Jarmin et J. Miranda (2006). « Volatility and Dispersion in Business Growth Rates: Publicly Traded versus Privately Held Firms », *NBER Macroeconomics Annual*, vol. 21, p. 107-156.
- Davis, S. J., J. C. Haltiwanger et S. Schuh (1996). *Job Creation and Destruction*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press.
- Dupuis, D., et P. Marcil (2008). « Les effets des récents mouvements des prix relatifs sur l'économie canadienne », *Revue de la Banque du Canada*, automne, p. 47-59.
- Grady, P., et K. Macmillan (2007). *Obstacles interprovinciaux à la mobilité de la main-d'œuvre au Canada : politiques, lacunes de connaissances et questions de recherche*, document préparé pour la table ronde présentée par Ressources humaines et Développement social Canada et Industrie Canada intitulée « Les défis et les occasions du commerce intérieur », qui s'est déroulée à Ottawa le 30 mars. Internet : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/eas-aes.nsf/fra/ra02044.html>.
- Haltiwanger, J. C. (2002). *Understanding Aggregate Growth: The Need for Microeconomic Evidence*, département de science économique, Université du Maryland.
- Kuhn, P. (2000). « Canada and the OECD Hypothesis: Does Labour Market Inflexibility Explain Canada's High Level of Unemployment? », *Adapting Public Policy to a Labour Market in Transition*, sous la direction de W. C. Riddell et F. St-Hilaire, Montréal, Institut de recherche en politiques publiques, p. 177-210.
- Leung, D., C. Meh et Y. Terajima (2008). *Are There Canada-U.S. Differences in SME Financing?*, document de travail n° 2008-41, Banque du Canada.
- Lilien, D. M. (1982). « Sectoral Shifts and Cyclical Unemployment », *Journal of Political Economy*, vol. 90, n° 4, p. 777-793.
- Organisation de coopération et de développement économiques (2004). « Réglementation relative à la protection de l'emploi et performance du marché du travail », *Perspectives de l'emploi de l'OCDE 2004*, p. 65-138.
- Rissman, E. R. (1997). « Measuring Labor Market Turbulence », *Economic Perspectives*, Banque fédérale de réserve de Chicago, vol. 21, n° 3, p. 2-14.
- Sargent, T. C. (2000). « Structural Unemployment and Technological Change in Canada, 1990-1999 », *Analyse de politiques*, vol. 26, numéro spécial 1, p. S109-S123.

Ouvrages et articles cités (suite)

- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York, Harper and Brothers.
Publié en français sous le titre *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Paris, Payot, 1951.
- Sharpe, A., J.-F. Arsenault et D. Ershov (2007). « Incidence de la migration interprovinciale sur l'ensemble de la production et de la productivité du travail au Canada, 1987-2006 », *Observateur international de la productivité*, n° 15, p. 25-42.
- Summers, P. M. (2005). « What Caused the Great Moderation? Some Cross-Country Evidence », *Economic Review*, Banque fédérale de réserve de Kansas City, troisième trimestre, p. 5-32.
- Tapp, S. (2007). *Lost in Transition: The Costs and Consequences of Sectoral Labour Adjustment*, document de travail n° 1142, département de science économique, Université Queen's.



BOC-GEM, une modélisation de l'économie mondiale

René Lalonde, département des Analyses de l'économie internationale, et Dirk Muir, Fonds monétaire international

- Les phénomènes observés à l'échelle mondiale – l'intégration des grandes économies à croissance rapide, les déséquilibres des comptes courants, les importantes fluctuations enregistrées récemment par les cours des produits de base, la crise financière amorcée en 2007, etc. – commandent l'adoption d'une perspective internationale méthodique pour l'analyse de leur incidence sur l'économie canadienne.
- Pour répondre à ce besoin et élargir sa panoplie d'outils, la Banque du Canada a mis au point une version maison de GEM, le modèle de l'économie mondiale élaboré au Fonds monétaire international et à la Banque fédérale de réserve de New York. Le nouveau modèle porte le nom de BOC-GEM.
- BOC-GEM découpe le globe en six blocs régionaux, dont un consacré au Canada. Les secteurs du pétrole et des produits de base non énergétiques, qui pèsent lourd dans l'économie canadienne, sont eux aussi modélisés de façon explicite.
- Le personnel de la Banque a recours au modèle pour étudier un éventail de phénomènes qui demandent une approche internationale et multisectorielle. Parmi les exemples récents, notons la crise financière et les répercussions des mesures de relance budgétaire annoncées par de nombreux pays dans le monde.
- On s'affaire actuellement à intégrer des frictions financières et un secteur bancaire au modèle BOC-GEM.

La Banque du Canada recourt depuis nombre d'années déjà à la modélisation, principalement pour analyser les économies canadienne et américaine¹. L'ouverture accrue aux échanges de biens, de services et d'actifs financiers, l'intégration des grandes économies à croissance rapide, comme la Chine et l'Inde, dans l'économie mondiale, l'émergence de déséquilibres des balances courantes, les fortes fluctuations enregistrées récemment par les cours du pétrole et des autres produits de base ainsi que la récession qui sévit actuellement à l'échelle de la planète commandent l'adoption d'une perspective internationale méthodique pour l'analyse de la conjoncture extérieure.

Pour répondre à ce besoin, le personnel de la Banque du Canada a opté pour le modèle GEM (acronyme formé des initiales de *Global Economy Model*), élaboré au Fonds monétaire international (FMI) et à la Banque fédérale de réserve de New York. À l'instar de TOTEM, principal outil de la Banque pour l'analyse des politiques et l'établissement de projections relatives à l'économie canadienne, GEM est un modèle d'équilibre général dynamique stochastique et repose sur la présence d'agents représentatifs optimisateurs de même que sur des fondements microéconomiques et un cadre regroupant plusieurs secteurs de production. Chacun des marchés est modélisé à l'aide de courbes explicites d'offre et de demande; par conséquent, tous les prix sont déterminés de façon endogène. Dans GEM, l'économie mondiale est fractionnée en blocs régionaux, et tous les échanges commerciaux bilatéraux et les prix relatifs, y compris les taux de change, sont explicitement représentés. Le modèle se prête tant aux

¹ Le modèle de l'économie canadienne (TOTEM) qu'utilise la Banque est décrit dans Murchison et Rennison (2006), et son modèle de l'économie américaine (MAISE), dans Gosselin et Lalonde (2005).

analyses à grande échelle visant des questions de portée internationale qu'aux analyses des phénomènes propres à un pays.

Le personnel de la Banque a adapté le modèle GEM aux besoins de l'institution en y ajoutant trois grands volets :

1. Le Canada y figure en tant que région distincte et la composition des autres blocs régionaux diffère de celle du modèle GEM original.
2. Le modèle comprend deux secteurs additionnels, soit le pétrole et les autres produits de base et, par conséquent, les cours du pétrole et de ces autres produits sont endogènes.
3. L'étalonnage est fonction de la vision du personnel de la Banque et des propriétés des modèles qu'emploie l'institution aux fins de l'étude des économies canadienne et américaine (TOTEM et MUSE respectivement).

BOC-GEM permet, par sa composition, d'analyser des phénomènes spécifiques au Canada ou à d'autres régions et de modéliser comment ceux-ci toucheront le Canada, soit directement soit indirectement par le truchement d'effets sur un autre pays (p. ex., les États-Unis).

Grâce à sa structure souple et adaptable, le modèle BOC-GEM constitue un puissant outil de recherche. Les plus récents thèmes explorés à l'aide de ce modèle sont les suivants : les causes et les effets de l'envolée des cours du pétrole survenue entre 2002 et 2006 (Elekdag et autres, 2008); les conséquences d'une montée possible du protectionnisme (Maier, 2008); les répercussions mondiales de la politique budgétaire américaine (Flood, 2008); l'incidence des programmes de relance budgétaire annoncés récemment dans de nombreuses économies (Lalonde, de Resende et Snudden, 2009); et le choix d'un régime de politique monétaire optimal dans un cadre multi-pays (Coletti, Lalonde et Muir, 2008).

BOC-GEM permet d'analyser des phénomènes propres au Canada ou à d'autres régions et de modéliser comment le Canada sera touché par eux.

Le personnel de la Banque a aussi recours à BOC-GEM pour simuler l'incidence, sur la projection de référence, de scénarios de risque ayant une

dimension mondiale ou multisectorielle. On peut penser par exemple à des scénarios inspirés de la récente tourmente financière ou à un scénario potentiel de cycles de surchauffe et de contraction dans les pays émergents d'Asie (voir Lalonde, Maier et Muir, 2009). Les résultats tirés de BOC-GEM peuvent également servir à valider ou à tester les hypothèses qui sous-tendent les projections économiques préparées par le personnel (hypothèses relatives au prix d'équilibre du pétrole, à l'évolution probable des déséquilibres mondiaux, à la ventilation géographique de la dépréciation du taux de change effectif réel du dollar américain, aux sources de la hausse que les cours des produits de base ont connue entre 2002 et 2007, etc.).

En outre, BOC-GEM est employé pour analyser les risques qui pèsent sur la stabilité financière à l'échelle mondiale. Le personnel de l'institution a récemment fait appel au modèle pour élaborer le scénario macro-économique sous-jacent aux exercices de simulation de crise visant le système bancaire canadien menés dans le cadre du Programme d'évaluation du secteur financier du FMI. BOC-GEM a servi en particulier à estimer les effets de chocs survenant aux États-Unis sur des variables macroéconomiques canadiennes telles que le produit intérieur brut (PIB) réel, lesquelles ont ensuite été insérées dans un modèle distinct du secteur financier canadien à des fins de simulation de crise. À la lumière de cet exercice et de la récente crise financière, il est apparu évident que la représentation du secteur financier dans BOC-GEM devait être enrichie de façon à ce que le modèle se prête mieux à l'analyse des questions de stabilité financière. Pour remédier à la situation, le personnel travaille actuellement à l'élaboration d'une nouvelle version du modèle qui englobera les frictions financières subies par les entreprises et qui comportera un secteur bancaire pour chacun des blocs régionaux. Grâce à cette version améliorée, il sera plus facile de simuler des chocs émanant des marchés financiers et on pourra prendre en considération le rôle des frictions financières dans la propagation des chocs.

Le présent article expose la structure et le fonctionnement de BOC-GEM. Dans la section qui suit, nous décrivons la structure du modèle. Puis, nous donnons un aperçu de certains travaux de recherche et d'analyse récents prenant appui sur BOC-GEM, ainsi que de leurs principales conclusions. Une analyse des leçons que nous ont enseignées les quatre dernières années et un survol des améliorations que l'on envisage d'apporter au modèle viennent clore l'article.

BOC-GEM, le modèle de l'économie mondiale utilisé par la Banque

BOC-GEM compte six blocs régionaux : le Canada, les États-Unis, les pays émergents d'Asie, le Japon, un bloc de pays exportateurs de matières premières et le reste du monde. Les pays émergents d'Asie sont la Chine, l'Inde, Hong Kong (région administrative spéciale de la Chine), la Corée du Sud, la Malaisie, les Philippines, Singapour et la Thaïlande. Les pays exportateurs de matières premières regroupent les plus importants exportateurs de pétrole et de produits de base non pétroliers : les membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP), l'Indonésie, la Norvège, la Russie, l'Afrique du Sud, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Argentine, le Brésil, le Chili et le Mexique. Le dernier bloc englobe tous les autres pays. Il s'agit principalement des membres de l'Union européenne, puisque l'empreinte économique des pays de l'Afrique est minime.

Le modèle BOC-GEM peut être vu comme un système de fonctions de demande, d'offre et de détermination des prix. Chacune des six régions est modélisée de façon symétrique et réunit les intervenants suivants :

- des entreprises qui produisent des matières premières, des biens intermédiaires et des biens finaux et qui puisent leur main-d'œuvre parmi les consommateurs nationaux;
- des consommateurs tournés vers l'avenir et des consommateurs soumis à des contraintes de liquidité, qui achètent des biens finaux (faits de composants provenant du marché intérieur et de l'étranger) et qui fournissent la main-d'œuvre aux entreprises;
- un État consistant en une autorité budgétaire qui consomme des biens et des services ne faisant pas l'objet d'échanges internationaux et dont l'achat est financé par l'impôt ou par emprunt;
- une autorité monétaire qui gère les taux d'intérêt à court terme afin de procurer un point d'ancrage nominal à l'économie.

Cinq secteurs produisent des biens au moyen de différents facteurs, dont le capital et le travail. Ces secteurs sont les suivants : biens non échangeables à l'étranger (services non financiers); biens échangeables (services financiers et biens durables, semi-durables et non durables); pétrole et gaz naturel; produits de base non pétroliers; combustibles de

chauffage et essence. Le pétrole et le gaz naturel ainsi que les autres produits de base occupent une place particulière dans le modèle, pour la raison que l'économie canadienne est tributaire de la production et de l'exportation de ces biens et que leurs prix — qui sont largement déterminés par le jeu de l'offre et de la demande mondiales — peuvent être très volatils. Les entreprises de chacun des secteurs évoluent dans un régime de concurrence monopolistique; elles ont tout le loisir d'entrer sur le marché ou d'en sortir, car chacune d'elles offre des produits légèrement différents de ceux de ses concurrents. Ainsi, chaque entreprise peut appliquer un taux de marge positif à son coût marginal.

Chaque région comporte cinq secteurs : biens non échangeables; biens échangeables; pétrole et gaz naturel; produits de base non pétroliers; combustibles de chauffage et essence.

Chaque région compte des entreprises qui produisent du pétrole en combinant capital, travail et réserves de pétrole brut. Le pétrole peut également servir à fabriquer de l'essence lorsqu'il est jumelé aux facteurs travail et capital. Le pétrole et les autres produits de base peuvent faire l'objet d'échanges entre régions et sont transformés en biens échangeables et biens non échangeables avec l'aide des facteurs travail et capital. On dénombre trois catégories de biens intermédiaires : les combustibles de chauffage et l'essence, les biens échangeables et les biens non échangeables. Ensemble, ces trois catégories de biens génèrent un bien de consommation final. L'association des biens échangeables et des biens non échangeables crée quant à elle un bien d'investissement final.

En ce qui a trait au commerce international, tous les échanges bilatéraux (entre régions) de pétrole, de matières premières et de biens échangeables destinés à la consommation et à l'investissement sont modélisés sous la forme de demandes de biens importés de régions déterminées. Le modèle suppose que les actifs étrangers nets négociés sur les marchés internationaux sont libellés en dollars américains. Les déséquilibres extérieurs sont limités du fait que l'on postule que les régions prennent pour cible un ratio actifs étrangers nets / PIB bien précis. Le coût associé au maintien d'un excédent d'actifs tire à la hausse le taux de change bilatéral réel du dollar

américain (taux également assujéti à une condition de parité des taux d'intérêt sans couverture). Ainsi, à court terme, le solde de la balance courante diminue, éliminant du même coup les déséquilibres extérieurs. On note également un lien explicite entre le niveau de la dette publique et celui des actifs étrangers nets, ce qui signifie que l'agent représentatif dans ce modèle a un comportement non ricardien. D'autres éléments non ricardiens composent le modèle BOC-GEM : certains consommateurs sont soumis à des contraintes de liquidité, et l'État se procure des revenus en levant des impôts sur le revenu du travail, le revenu du capital et (peut-être) les importations, lesquels impôts engendrent des distorsions.

Selon la région, l'autorité monétaire prend pour cible, dans le cadre d'une fonction de réaction type, l'inflation mesurée par un indice des prix à la consommation qui exclut le prix de l'essence, l'inflation mesurée

par l'indice des prix à la consommation (IPC) global ou un taux de change nominal fixe, dans le but d'atteindre un objectif de stabilité des prix (ou de certitude des prix).

Afin de rendre compte de la persistance observée dans les données, le modèle admet des coûts d'ajustement réels et des rigidités nominales pouvant varier d'une région à l'autre. L'ajustement des facteurs capital et travail et des niveaux d'investissement et d'importation comporte par hypothèse des coûts réels. On postule également des coûts d'ajustement réels très importants dans le cas de la production et de la demande de pétrole et de produits de base. Jumelés à un facteur de production fixe (réserves pétrolières et terre), ces coûts impliquent une très faible élasticité-prix de la demande de pétrole et de produits de base à court et à moyen terme (de un à cinq ans); autrement dit, et l'offre et la demande sont

Encadré 1

Étalonnage de BOC-GEM

En raison de la complexité et de l'étendue du modèle, il n'est pas encore possible d'estimer la totalité de ses paramètres. Le modèle nécessite par conséquent un étalonnage, qui repose sur de nombreuses sources de renseignements. Dans un premier temps, nous avons étalonné les caractéristiques générales des six blocs régionaux en nous fondant sur des données concernant notamment le poids respectif des échanges bilatéraux de pétrole, de produits de base et de biens échangeables; l'importance relative des composantes de la demande globale; la répartition géographique des réserves de pétrole; et le poids relatif de chaque secteur dans les différentes économies.

Dans un deuxième temps, nous avons pris appui sur les valeurs utilisées dans le cadre de précédents travaux avec le modèle GEM pour établir les paramètres de BOC-GEM (p. ex., Laxton et Pesenti, 2003; Bayoumi, Laxton et Pesenti, 2004; Faruquee et autres, 2007). Les résultats d'autres études publiées sur des économies précises ont également été mis à profit. En voici quelques exemples :

- Canada : Murchison et Rennison (2006) — modèle TOTEM, dont se sert la Banque du Canada pour l'analyse des politiques et l'élaboration de projections au sujet de l'économie canadienne; Perrier (2005).
- Zone euro : Coenen, McAdam et Straub (2008) — modèle NAWM (*New Area-Wide Model* : nouveau modèle relatif à l'ensemble de la zone euro), le modèle d'équilibre général dynamique et stochastique de la Banque centrale européenne; De Walque, Smets et Wouters (2006).
- États-Unis : Gosselin et Lalonde (2005) — modèle MUSE, modèle de l'économie américaine utilisé par la Banque du Canada; Brayton et autres (1997) — modèle FRB/US, modèle de l'économie américaine du Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale des États-Unis; Erceg, Guerrieri et Gust (2005a et b) — modèle SIGMA, modèle d'équilibre général dynamique et stochastique; Juillard et autres (2006).

Enfin, Coletti, Lalonde et Muir (2008) montrent que la version à deux pays de BOC-GEM permet de reproduire assez bien les caractéristiques fondamentales des données canadiennes et américaines.

très inélastiques. À titre d'exemple, si la demande mondiale d'or noir augmentait (par suite, disons, d'un choc permanent de productivité en Asie), la demande de pétrole se déplacerait le long d'une courbe d'offre très abrupte les premières années. On observerait une envolée des cours du pétrole, mais un accroissement négligeable de la production mondiale d'or noir. À long terme, l'offre de pétrole progresserait graduellement et la flambée initiale des cours serait en partie annulée.

Comme le modèle ne suppose aucune différenciation des produits sur le marché du pétrole, le prix du pétrole fluctue de façon uniforme partout dans le monde en réponse aux chocs qui surviennent. Des hypothèses similaires sont formulées pour le secteur des matières premières, mais elles autorisent une plus grande différenciation et des coûts d'ajustement réels moins élevés que dans le secteur pétrolier.

Enfin, des rigidités nominales quant aux salaires et aux prix des biens échangeables et non échangeables sont introduites dans le modèle. Nous supposons une flexibilité parfaite des prix dans les secteurs du pétrole et des produits de base. La stratégie adoptée à l'égard de l'étalonnage du modèle est définie dans l'Encadré 1.

Applications récentes

La présente section fait état de certains travaux de recherche et d'analyse récents qui reposent sur le modèle BOC-GEM, ainsi que de leurs principales conclusions². Nous verrons d'abord comment le modèle a été appliqué à l'étude de questions touchant la politique monétaire et l'économie réelle, puis nous examinerons comment il peut l'être à celle de questions de stabilité financière.

Politique monétaire et questions touchant l'économie réelle

Le secteur pétrolier vu sous une perspective économique mondiale : l'envolée des cours du pétrole entre 2002 et 2006

Au moyen d'une version du modèle GEM qui englobe le Canada et inclut un marché mondial du pétrole, et qui correspond à peu de choses près au modèle BOC-GEM, Elekdag et autres (2008) analysent les causes et les effets de l'ascension des prix de l'or noir

observée entre 2002 et 2006³. Vu la rigidité de l'offre de pétrole, une forte croissance de la productivité conjuguée à une augmentation de l'intensité d'utilisation du pétrole dans la production et la consommation dans les pays émergents d'Asie (conforme en gros aux données) parvient à expliquer en grande partie l'ampleur et la persistance de la hausse des prix de l'or noir. Il n'en demeure pas moins que l'accroissement de la demande en provenance des pays émergents d'Asie ne suffit pas à rendre compte de la totalité du renchérissement du pétrole durant la période. Tout porte à croire que des facteurs d'offre et la spéculation ont aussi joué un rôle.

Une forte croissance de la productivité conjuguée à une augmentation de l'intensité d'utilisation du pétrole dans les pays émergents d'Asie parvient à expliquer en grande partie la hausse des prix de l'or noir observée entre 2002 et 2006.

L'analyse de Lalonde et Muir (2007) réalisée à l'aide de BOC-GEM révèle que l'incidence d'une augmentation des cours du pétrole sur une région donnée du monde est essentiellement fonction de deux choses :

- L'augmentation est-elle liée à une hausse de la demande de pétrole (imputable en l'occurrence à la forte croissance qu'affichent les économies émergentes d'Asie) ou à une restriction de l'offre (analogue au choc pétrolier survenu en 1973)?
- La région est-elle importatrice nette de pétrole (comme les États-Unis) ou exportatrice nette (comme le Canada)?

À titre d'illustration, prenons l'exemple d'un accroissement permanent de la productivité dans les pays émergents d'Asie qui permet aux entreprises de produire des biens à meilleur marché et tire vers le bas le prix des biens échangeables partout dans le monde. On observera des effets de richesse positifs dans toutes les régions et, au final, un essor mondial de la production et de la consommation. Mais pour produire une quantité supérieure de biens et tirer profit de leurs gains de productivité, les entreprises des pays émergents d'Asie auront besoin d'intrants supplémentaires, y compris de pétrole. Comme il est très coûteux d'ajuster l'offre de pétrole, le prix de l'or noir accusera une hausse persistante et considérable

² Pour une description détaillée des propriétés du modèle en réaction aux chocs stylisés, voir Lalonde et Muir (2007).

³ Leur modèle est un précurseur de BOC-GEM.

à l'échelle mondiale. Cette augmentation induira un effet de richesse négatif pour les importateurs de produits de base (p. ex., les États-Unis), lequel, à court terme, neutralisera grosso modo l'effet de richesse positif créé par la chute des prix des autres biens importés. Aussi les niveaux de production et de consommation aux États-Unis demeureront-ils pratiquement inchangés en courte période. Pour un pays exportateur de matières premières, comme le Canada, la montée des cours du pétrole engendrera un effet de richesse positif qui viendra accentuer l'effet de richesse favorable causé par le repli des prix des biens échangeables. En conséquence, la consommation et la production au Canada augmenteront immédiatement.

Si nous examinons plutôt le cas où une restriction de l'offre opérée par les pays exportateurs de produits de base donne lieu à une hausse du prix du pétrole, l'effet de richesse positif lié à l'accroissement de la productivité dans les pays émergents d'Asie est absent. L'effet de richesse associé au renchérissement du pétrole constitue le principal mécanisme de propagation dans l'économie mondiale : il est négatif pour les pays importateurs de matières premières et positif pour les pays qui en exportent. C'est pourquoi on observe une contraction de la production américaine durant les premières années visées par la simulation. Au Canada, la consommation progresse, mais les exportations nettes marquent un recul en raison du ralentissement que connaît l'économie américaine. Ainsi, l'effet de richesse est étouffé par le tassement des exportations. Le PIB accuse donc une légère baisse au Canada, alors qu'il augmente lorsque la hausse des cours du pétrole tient à un accroissement de la productivité dans les pays émergents d'Asie.

Comment les banques centrales devraient-elles réagir aux répercussions de l'émergence des économies d'Asie sur les prix des denrées et des produits de base?

Lalonde, Maier et Muir (2009) concentrent leur analyse sur la flambée des prix du pétrole et des denrées alimentaires survenue entre 2007 et le milieu de 2008. D'après eux, les phénomènes économiques constatés durant cette période mettent en lumière au moins trois sources d'incertitude. En premier lieu, on ne sait pas si cette envolée des prix des matières premières est due à des perturbations de l'offre, à une forte demande de produits de base ou à une combinaison de ces deux facteurs. En deuxième lieu, si on veut établir des

projections à moyen terme pour les cours des produits de base, il faut nécessairement formuler des hypothèses quant aux origines de cette demande élevée. Si on suppose que la demande de matières premières est stimulée, au moins en partie, par la vive croissance qu'enregistrent les pays émergents d'Asie, alors la brusque hausse qu'ont subie les prix des produits de base ces dernières années peut s'expliquer par le potentiel de croissance plus important que prévu dans cette région. Cela implique que la demande de produits de base demeurera vigoureuse et que les prix de ces produits resteront selon toute vraisemblance élevés. Une autre interprétation veut que la forte demande de matières premières soit imputable, à tout le moins en partie, à un choc de demande temporaire dans les pays émergents d'Asie (à une « surchauffe » de leurs économies). Si cette hypothèse est juste, le recul des prix des produits de base serait plus rapide une fois le choc résorbé. La vitesse à laquelle les banques centrales de par le monde réagissent à l'accentuation des pressions inflationnistes constitue une troisième source d'incertitude. La hausse de l'inflation finira sans doute par induire un resserrement des politiques monétaires et, au bout du compte, un ralentissement de l'économie mondiale. Il pourrait en résulter une chute relativement brutale des prix de l'énergie et des autres matières premières.

Lalonde, Maier et Muir (2009) examinent deux scénarios cohérents à l'échelle internationale, dans lesquels une hausse inattendue des prix du pétrole et des denrées alimentaires est causée par des facteurs liés à l'offre et par le déplacement de l'activité mondiale d'une économie moins axée sur le pétrole (États-Unis) vers une économie à plus forte consommation de pétrole (pays émergents d'Asie). Le scénario de référence suppose que la demande de produits de base émanant des pays émergents d'Asie est stimulée par des gains de productivité considérables et permanents. Quant à l'autre scénario, il repose sur l'hypothèse voulant que la vigueur de la demande de matières premières découle d'une augmentation temporaire de la demande dans les économies émergentes d'Asie. Ce scénario admet aussi une variabilité plus importante des cours du pétrole et des denrées. Au Canada, les tensions inflationnistes à court terme sont plus aiguës, même pour les composantes non volatiles de l'IPC. La variabilité de l'inflation, de la croissance de la production et du taux de change réel est également relativement plus forte, en raison de la plus grande volatilité des prix des produits de base. Les pressions inflationnistes à l'échelle du globe sont plus vives, puisque la demande excé-

dentaire constitue le moteur de la croissance dans les économies émergentes d'Asie, ce qui provoque un relèvement mondial des prix des produits échangeables. Dans le scénario de référence, à l'opposé, les gains de productivité élevés entraînent une érosion des prix de ces produits, atténuant ainsi les tensions inflationnistes qui tirent leur origine de l'essor de la demande d'énergie et de matières premières et de la hausse des prix de ces biens.

Une résurgence possible du protectionnisme

Compte tenu des déséquilibres mondiaux actuels et des régimes de changes fixes adoptés par un certain nombre de pays émergents d'Asie, il est possible que l'on assiste à une montée du protectionnisme. Lalonde et Muir (2007) explorent deux scénarios en ce sens. Le premier prend appui sur la littérature consacrée au commerce extérieur, qui donne à penser qu'une majoration des droits de douane est bénéfique pour la région qui décrète la hausse, mais néfaste pour celle dont les produits sont visés. Les événements passés, en particulier la Grande Dépression, ont apporté la preuve qu'une telle politique, fondée sur le principe du chacun pour soi, finit par déboucher sur une guerre tarifaire d'envergure mondiale. Et la théorie (tout comme la pratique) montre qu'en pareilles circonstances, tout le monde y perd. À l'aide du modèle BOC-GEM, les auteurs analysent plus précisément les répercussions d'une augmentation multilatérale de 10 % des droits de douane et concluent que le déclenchement d'une guerre tarifaire mondiale aurait bel et bien des conséquences dommageables.

Lalonde et Muir (2007) étudient un second scénario dans lequel ils supposent que l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA) — ou, du moins, la portion de l'accord portant sur les relations entre le Canada et les États-Unis — survit à la crise et que ces deux pays ne majorent que les tarifs douaniers visant les importations en provenance des trois autres régions (pays exportateurs de produits de base, pays émergents d'Asie et autres pays). Dans un tel cas, le fléchissement du PIB au Canada et aux États-Unis est moins grand qu'en situation de guerre tarifaire généralisée. Les données canadiennes sont particulièrement probantes : régression de 0,9 % du PIB par rapport à un repli de 3,5 % si l'ALENA devenait caduc. Le Canada aurait donc tout intérêt à demeurer partie à l'ALENA, car il s'agirait là d'une bonne façon de protéger son économie de la plupart des effets négatifs d'une résurgence mondiale du protectionnisme. Ce résultat s'explique principalement par la

forte proportion des exportations canadiennes à destination des États-Unis et par le nouvel intérêt que manifesterait nos voisins du sud pour nos produits à la suite du relèvement des droits de douane applicables aux biens importés d'autres régions.

D'après les simulations réalisées à l'aide de BOC-GEM, le Canada aurait tout intérêt à demeurer partie à l'ALENA, car il s'agirait là d'une bonne façon de protéger son économie de la plupart des effets négatifs d'une résurgence mondiale du protectionnisme.

Maier (2008) aborde également la question, mais sous un angle différent. Il se demande si les autorités ont réellement intérêt à mettre en place des mesures protectionnistes. Son analyse vise, plus exactement, à vérifier si les États-Unis pourraient déclencher une « vague de protectionnisme » — c'est-à-dire l'adoption de mesures de rétorsion réciproques à l'encontre des biens importés de pays qui ont appliqué des mesures protectionnistes — s'ils assujettissaient les importations en provenance des pays émergents d'Asie à un tarif douanier. Maier étudie les répercussions économiques de l'imposition de droits de douane et examine les circonstances qui peuvent pousser les autorités dans chacune des régions à élever des barrières tarifaires. Il établit une distinction entre les décideurs « bienveillants », qui cherchent à maximiser la croissance économique à long terme, et les décideurs « myopes », chez qui dominent les considérations de court terme (p. ex., une élection imminente).

Il est peu probable que les décideurs bienveillants cèdent aux sirènes du protectionnisme, puisque les gains à long terme procurés par l'instauration de barrières tarifaires sont minimes, voire négatifs. Le prélèvement de droits sur les importations entraîne une appréciation du taux de change réel et, par le fait même, un recul des exportations du pays protectionniste. Maier conclut surtout que les pays qui prennent des mesures protectionnistes se feront vraisemblablement plus de tort que de bien à long terme. Les décideurs myopes pourraient toutefois y voir une occasion de gagner du capital politique, compte tenu des retombées économiques à court terme. Ainsi, on ne peut totalement exclure la possibilité qu'une vague de protectionnisme déferle sur l'économie mondiale.

Les répercussions mondiales de la politique budgétaire américaine

Si le modèle BOC-GEM peut servir à l'étude des incidences mondiales de la politique commerciale de notre voisin du sud, il permet aussi celle des effets de sa politique budgétaire. Flood (2008) analyse les répercussions macroéconomiques mondiales de l'expiration, à la fin de l'année d'imposition 2007, de la mesure d'allègement fiscal prise au regard de l'impôt minimum de remplacement, de même que les retombées de l'expiration, en 2011, des réductions d'impôts décidées par l'administration Bush. L'auteure se penche également sur les conséquences de la hausse prévue des dépenses au titre des programmes de droits à prestations associée au vieillissement de la population et à l'élévation du coût des soins de santé.

L'expiration des réductions d'impôts votées antérieurement aux États-Unis infligera des coûts à court terme à l'économie. Cependant, la hausse des recettes fiscales devrait permettre au gouvernement d'abaisser son niveau d'endettement en longue période. Cette diminution de la dette publique favorisera une baisse des taux d'intérêt réels aux États-Unis et dans le reste du monde, ce qui stimulera la croissance économique à l'échelle du globe. Les autres pays profiteront également d'une redistribution de la richesse à la faveur de la correction partielle des déséquilibres des comptes courants que rendra possible la décrue de la dette du gouvernement américain.

Il n'en demeure pas moins que l'économie américaine entrera bientôt dans une période difficile, marquée par le vieillissement démographique et la montée rapide des dépenses au titre des programmes de droits à prestations et des soins de santé durant les prochaines décennies. Comme l'augmentation des recettes fédérales provenant de l'expiration des réductions d'impôts est loin d'être suffisante pour financer la hausse prévue de ces dépenses, la dette publique gonflera et la croissance économique aux États-Unis et à l'étranger marquera en conséquence un recul. Les dommages économiques associés à une telle hausse pourraient sans doute être évités si on modifiait la politique de façon à ce que les dépenses de programmes diminuent et que les revenus tirés des programmes augmentent. Plus tôt la politique sera remaniée, moins importantes seront les conséquences économiques négatives de l'accroissement anticipé des dépenses de programmes financées par emprunt.

Les répercussions mondiales des récentes mesures de relance budgétaire

La plupart des pays ont réagi à la récession mondiale actuelle en mettant en œuvre des mesures de relance budgétaire. L'envergure des programmes de relance américain, japonais et chinois est particulièrement impressionnante. Lalonde, de Resende et Snudden (2009) ont recours à BOC-GEM pour étudier les retombées, sur l'économie mondiale, des programmes annoncés dans différents pays. Ils comparent en outre les effets de l'adoption de mesures de relance purement internes et ceux d'une synchronisation des efforts de relance à l'échelle internationale. Pour chaque région, ils examinent deux scénarios : dans le premier, le choc budgétaire ne touche que l'économie de la région et aucune mesure de relance n'est prise dans les cinq autres régions; dans le second, des chocs budgétaires surviennent dans toutes les régions de façon simultanée. Les programmes de relance propres à chacune des régions sont décomposés en plusieurs volets : réductions d'impôts sur le revenu du travail et les bénéfices des sociétés; hausse des acquisitions par l'État de biens d'investissement et de consommation; augmentation des services offerts par l'État; accroissement des transferts aux particuliers; et relèvement des versements forfaitaires généraux ou ciblés.

Les chocs budgétaires font l'objet d'un étalonnage, qui repose sur les renseignements transmis par l'Organisation de coopération et de développement économiques, afin de reproduire les caractéristiques réelles des programmes de relance annoncés dans les différentes régions. L'incidence de ces derniers est amplifiée par le fort degré de détente monétaire mis en place dans le contexte actuel de récession mondiale, les taux d'intérêt s'établissant à leur valeur plancher. Voici les principales conclusions de Lalonde, de Resende et Snudden :

- La coordination des efforts de relance budgétaire entraîne une augmentation maximale de près de 2 % du PIB mondial. Aux États-Unis, la hausse maximale atteint presque 3 % du PIB. Le moment où ces sommets seraient atteints demeure toutefois très incertain.
- Toutes les régions gagnent à ce que les mesures de relance soient synchronisées à l'échelle internationale. La répartition des gains entre les différentes régions dépend de la structure des échanges entre chacune d'elles.
- Dans les régions importatrices nettes de biens d'investissement et de consommation, la mise en

œuvre de programmes internes de relance budgétaire engendre des fuites plus grandes sous forme d'importations, tandis qu'une synchronisation mondiale des efforts a un effet défavorable sur les termes de l'échange. À l'opposé, les exportateurs nets de pétrole brut et de produits de base connaissent une amélioration de leurs termes de l'échange en cas de coordination des mesures de relance, les cours du pétrole et des produits de base augmentant alors respectivement de 40 % et de 7 %.

Toutes les régions gagnent à ce que les mesures de relance soient synchronisées à l'échelle internationale. La répartition des gains entre les différentes régions dépend de la structure des échanges entre chacune d'elles.

Les gains potentiels qu'une région peut retirer de la coordination internationale des efforts de relance varient négativement avec la taille de son économie et l'importance de ses programmes internes de relance, et positivement avec son degré d'ouverture aux échanges internationaux et la part que représentent les réductions d'impôts dans les trains de mesures adoptés.

Le choix du régime de politique monétaire optimal dans un cadre multipays

La Banque du Canada a entrepris récemment un programme de recherche ayant pour objet de comparer les mérites respectifs des cibles d'inflation et des cibles fondées sur le niveau général des prix. Faisant appel à une version du modèle BOC-GEM à deux pays (le Canada et les États-Unis) et à deux secteurs (biens échangeables et biens non échangeables), Coletti, Lalonde et Muir (2008) abordent le problème du choix du régime de politique monétaire optimal pour une économie ouverte comme celle du Canada. Les auteurs tentent de répondre à trois questions :

- Dans un cadre multipays et dans une optique de réduction de la variance de l'inflation et de l'écart de production, quel est le régime « optimal » de politique monétaire pour le Canada : un régime axé sur la poursuite d'une cible d'inflation ou un régime prenant pour cible le niveau général des prix?
- En présence de chocs des termes de l'échange, lequel des deux régimes est « optimal »?

- Dans le cas du Canada, le choix du régime « optimal » est-il tributaire du régime de politique monétaire adopté par la Réserve fédérale des États-Unis?

Une fois les données économiques insérées dans le modèle, les auteurs identifient 23 chocs survenus dans le passé au Canada et aux États-Unis. Ils ont ensuite recours à une simulation stochastique pour identifier une règle monétaire simple qui minimise la variance combinée de l'inflation et de l'écart de production, et ce, pour chacun des deux régimes envisagés. Étant donné la répartition des chocs dans le temps et l'étalement du modèle, on obtient des résultats macroéconomiques légèrement meilleurs avec une cible de niveau des prix qu'avec une cible d'inflation. Les auteurs concluent que si les chocs examinés induisent une corrélation négative entre l'inflation et l'écart de production (chocs d'offre de main-d'œuvre et variations de la marge ajoutée aux coûts pour obtenir les prix et les salaires), le régime de cibles d'inflation est plus avantageux; s'il s'agit plutôt de chocs de productivité et de demande, plus propres à susciter une corrélation positive, le régime de cibles de niveau des prix donne de meilleurs résultats. D'après les résultats, la variabilité des termes de l'échange du Canada est en grande partie imputable à la seconde catégorie de chocs. Par conséquent, la poursuite d'une cible fondée sur le niveau des prix semble une stratégie plus appropriée sur le plan macroéconomique pour amortir les chocs touchant les termes de l'échange. Enfin, le régime de politique monétaire adopté aux États-Unis n'influe pas sur la détermination du régime « optimal » pour le Canada.

Le régime de politique monétaire adopté aux États-Unis n'influe pas sur la détermination du régime « optimal » pour le Canada.

Questions touchant la stabilité financière

Le personnel de la Banque s'est également servi du modèle BOC-GEM pour examiner des questions ayant trait à la stabilité financière. Ces analyses ont jusqu'à maintenant revêtu la forme de simulations de crise macrofinancière, dont l'objet est de tester la résilience d'un segment du système financier face à des événements « peu fréquents mais plausibles » qui ont déjà donné lieu à des vulnérabilités ou pourraient en créer à l'avenir. Les événements étudiés consistent

généralement en une série de chocs réunis au sein d'un modèle macroéconomique tel que BOC-GEM de manière à former un scénario macroéconomique, dont on estime ensuite les répercussions sur les bilans d'un groupe donné d'institutions financières au moyen d'un autre ensemble de modèles.

Comme BOC-GEM ne permet pas encore de modéliser de façon explicite le secteur financier ou les effets des richesses boursière et immobilière sur la consommation, nous avons utilisé une version modifiée du modèle qui tente de reproduire ces effets.

Premièrement, nous avons défini une prime exogène que les émetteurs privés d'obligations doivent payer en sus du taux d'intérêt sans risque. Deuxièmement, nous avons fait appel à des chocs de consommation pour recréer les effets de richesse d'une baisse des prix des actions ou des maisons. Dans l'avenir, nous intégrerons les effets propres à la sphère financière directement dans le modèle BOC-GEM.

Le premier exemple de l'utilisation de la version modifiée de BOC-GEM aux fins de l'analyse de la stabilité financière date de 2007, année où le Fonds monétaire international (FMI) a actualisé son appréciation de la solidité du système financier canadien dans le cadre de son programme d'évaluation du secteur financier. (Ce programme, qui est une initiative conjointe du FMI et de la Banque mondiale, a pour objet d'aider les pays membres à cerner les faiblesses de leur système financier et à déterminer les réformes à engager.) L'exercice d'actualisation de 2007 comportait notamment une simulation de crise⁴.

La version modifiée de BOC-GEM a pour la première fois servi à l'analyse de la stabilité financière en 2007, année où le FMI a actualisé son appréciation de la solidité du système financier canadien dans le cadre de son programme d'évaluation du secteur financier.

La simulation s'est appuyée sur un scénario macroéconomique généré par BOC-GEM, à savoir une correction désordonnée des déséquilibres mondiaux provoquée par une révision à la baisse de la croissance attendue de la productivité aux États-Unis. Ce scénario s'inspirait des sommets historiques

enregistrés chez nos voisins du sud par la croissance tendancielle de la productivité du travail durant la deuxième moitié des années 1990 et le début de la présente décennie. À cette époque, aux États-Unis, l'augmentation à long terme attendue de la productivité du travail était constamment revue à la hausse; elle a atteint 2 % et même davantage, ce qui a fait grimper les rendements anticipés des placements américains et, par le fait même, la demande d'investissement, les entrées de capitaux et la valeur de la monnaie de ce pays. De plus, la hausse prévue du revenu permanent a donné lieu à un accroissement de la consommation et à une chute du taux d'épargne. Tous ces facteurs ont concouru à une montée des importations et à une aggravation du déficit de la balance courante américaine (Ferguson, 2005).

Le scénario envisagé suppose que les attentes relatives au taux d'augmentation permanent de la productivité du travail aux États-Unis sont trop optimistes. Les agents économiques ramènent à 1,1 % leurs prévisions de croissance annuelle de la productivité pour les dix années à venir. La diminution consécutive du rythme d'expansion permanent du revenu et des taux de rendement attendus des investissements occasionne un repli de la demande qui neutralise le fléchissement de la croissance de la capacité de production de l'économie. En outre, la hausse de l'incertitude économique entame la confiance des ménages et des entreprises, ce qui se traduit par un recul des dépenses de consommation et d'investissement. Le scénario suppose par ailleurs que ce surcroît d'incertitude incite les étrangers à liquider leurs actifs libellés en dollars É.-U., d'où une vive dépréciation de cette devise. La détérioration du bilan des ménages et des entreprises qui en résulte entraîne une forte majoration de la prime de risque, laquelle vient amplifier le ralentissement de l'activité. Le scénario postule également que le taux d'accroissement annuel de la productivité du travail au Canada diminuera pour s'établir à environ 0,8 % pour les dix années qui suivent. Une détérioration de la confiance des consommateurs et des entreprises — quoique moins prononcée que celle observée aux États-Unis — est aussi prévue. Enfin, les primes incorporées aux taux d'intérêt exigés par les banques commerciales s'inscrivent en hausse dans la foulée du tassement de l'économie, ce qui freine encore plus la croissance du PIB canadien.

Ensemble, ces chocs sont considérables par rapport à ceux qui se sont produits dans le passé. Aux États-Unis, la récession prévue par le scénario est encore plus grave que celle de 1981-1982. La récession de l'économie américaine, l'appréciation réelle du

⁴ Voir Coletti et autres (2008) pour une description complète de la méthodologie, y compris le scénario macroéconomique, et une modélisation plus poussée du secteur financier.

dollar canadien par rapport au billet vert, la chute des cours mondiaux des produits de base, la révision à la baisse du taux de croissance tendanciel attendu de la productivité du travail, la perte de confiance des consommateurs et des entreprises et l'augmentation des primes de risque financier se soldent par une contraction marquée de l'activité au Canada. La perte cumulative de production imputable à la récession découlant du scénario de crise dépasse du tiers environ celle qui a été enregistrée en 1990-1991.

Leçons tirées du passé et améliorations envisagées

BOC-GEM est un outil fort utile pour étudier un vaste ensemble de questions pertinentes au regard de la conjoncture économique actuelle, comme les mouve-

ments récents des prix des produits de base et la résorption des déséquilibres mondiaux. Le modèle définit clairement au moyen des échanges bilatéraux et des taux de change les liens établis à l'échelle mondiale, et un large éventail d'effets de richesse et d'effets des termes de l'échange y sont formalisés, tout comme l'évolution des prix des produits de base et des biens échangeables. En utilisant BOC-GEM, notamment en vue de l'application du Programme d'évaluation du secteur financier et de l'examen de questions se rapportant aux économies émergentes d'Asie, le personnel de la Banque a pu relever deux points qui méritent d'être améliorés. Premièrement, la représentation du secteur financier doit être enrichie par la prise en compte de frictions et l'ajout d'un secteur bancaire, l'objectif étant de permettre la simulation d'un éventail plus complet de chocs financiers et de prévoir des accélérateurs financiers

Encadré 2

Ajout d'un bloc financier dans BOC-GEM

Pour enrichir le modèle BOC-GEM d'un secteur financier, nous tirons parti du cadre élaboré par Dib (2009) et dans lequel deux catégories de banques hétérogènes offrent des services différents et interagissent sur un marché interbancaire. Les prêts consentis s'appuient sur des emprunts interbancaires et le capital bancaire, dans le respect des exigences de fonds propres. Grâce au pouvoir de monopole qu'elles exercent, les banques peuvent fixer les taux nominaux applicables aux dépôts ainsi que les taux préférentiels des prêts. Elles déterminent donc elles-mêmes la composition optimale de leur portefeuille et peuvent manquer de façon endogène aux obligations liées à leurs emprunts interbancaires et à leurs fonds propres.

Le cadre élaboré par Dib permet de modéliser deux types de frictions financières, et ce, par deux mécanismes différents. Le premier, tel que le définissent Bernanke, Gertler et Gilchrist (1999), met en jeu les bilans des entreprises. Souvent désigné comme le canal de l'accélérateur financier, il intervient du côté de la demande de crédit. Le prêteur bancaire désireux de connaître la valeur nette de l'entreprise qui sollicite le prêt doit engager des frais de vérification, ce qui fait augmenter le taux réel que paie l'entreprise sur ses emprunts. Si

la valeur nette de l'entreprise est en baisse, il faudra engager des frais de vérification additionnels, si bien que les actionnaires de la banque exigeront une prime de risque plus élevée. Le deuxième mécanisme intervient du côté de l'offre de crédit et met en jeu les bilans des banques. Dans ce cas, les décisions des banques influent directement sur l'offre de crédit par les canaux suivants : 1) les fonds propres bancaires et les attentes relatives au prix de ces derniers; 2) l'exercice du pouvoir de monopole dans l'établissement des taux nominaux applicables aux dépôts et aux prêts (lesquels taux sont soumis à des rigidités nominales), ce qui suppose la fluctuation des marges d'intermédiation au fil du cycle économique; 3) l'établissement de la répartition optimale du portefeuille des banques entre prêts interbancaires et actifs sans risque; 4) la détermination du ratio de levier optimal, compte tenu des exigences de fonds propres de l'institution; 5) le risque de défaillance découlant du manquement endogène, volontaire ou non, aux obligations liées aux emprunts interbancaires et au capital bancaire; et 6) le coût marginal de la mobilisation de capitaux extérieurs. En outre, les banques centrales peuvent injecter des liquidités dans le secteur bancaire au moyen d'opérations d'open market.

qui renforcent les effets de tous les chocs inclus dans le modèle. L'Encadré 2 décrit plus en détail le nouveau bloc financier du modèle BOC-GEM.

La deuxième amélioration consistera à introduire dans le modèle un secteur des biens semi-finis. Ainsi, le

groupe des pays émergents d'Asie sera dépeint de façon plus réaliste, car une part appréciable des échanges commerciaux de beaucoup d'entre eux se compose d'importations de pièces et d'exportations de produits finis.

Ouvrages et articles cités

- Bayoumi, T., D. Laxton et P. Pesenti (2004). *Benefits and Spillovers of Greater Competition in Europe: A Macroeconomic Assessment*, document de travail n° 10416, National Bureau of Economic Research.
- Bernanke, B. S., M. Gertler et S. Gilchrist (1999). « The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework », *Handbook of Macroeconomics*, sous la direction de J. B. Taylor et M. Woodford, Amsterdam, North-Holland, vol. 1C, p. 1341-1393.
- Brayton, F., E. Mauskopf, D. Reifschneider, P. Tinsley et J. Williams (1997). « The Role of Expectations in the FRB/US Macroeconomic Model », *Federal Reserve Bulletin*, vol. 83, n° 4, p. 227-245.
- Coenen, G., P. McAdam et R. Straub (2008). « Tax Reform and Labour-Market Performance in the Euro Area: A Simulation-Based Analysis Using the New Area-Wide Model », *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 32, n° 8, p. 2543-2583.
- Coletti, D., R. Lalonde, M. Misina, D. Muir, P. St-Amant et D. Tessier (2008). « La contribution de la Banque du Canada à la simulation de crise menée en 2007 dans le cadre du PESF », *Revue du système financier*, Banque du Canada, juin, p. 55-63.
- Coletti, D., R. Lalonde et D. Muir (2008). « Inflation Targeting and Price-Level-Path Targeting in the GEM: Some Open Economy Considerations », *IMF Staff Papers*, vol. 55, n° 2, p. 326-338.
- De Walque, G., F. Smets et R. Wouters (2006). *An Estimated Two-Country DSGE Model for the Euro Area and the U.S. Economy*, communication présentée dans le cadre de l'atelier sur les prix des produits de base tenu à la Banque du Canada, Ottawa, les 10 et 11 juillet.
- Dib, A. (2009). *Credit and Interbank Markets in a New Keynesian Model*, document de travail, Banque du Canada. À paraître.
- Elekdag, S., R. Lalonde, D. Laxton, D. Muir et P. Pesenti (2008). « Oil Price Movements and the Global Economy: A Model-Based Assessment », *IMF Staff Papers*, vol. 55, n° 2, p. 297-311.
- Erceg, C. J., L. Guerrieri et C. Gust (2005a). *Expansionary Fiscal Shocks and the Trade Deficit*, Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale, coll. « International Finance Discussion Papers », n° 825.
- (2005b). *SIGMA: A New Open Economy Model for Policy Analysis*, Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale, coll. « International Finance Discussion Papers », n° 835.
- Faruquee, H., D. Laxton, D. Muir et P. Pesenti (2007). « Smooth Landing or Crash? Model-Based Scenarios of Global Current Account Rebalancing », *G7 Current Account Imbalances: Sustainability and Adjustment*, sous la direction de R. H. Clarida, Chicago, University of Chicago Press, coll. « NBER Conference Reports », p. 377-451.
- Ferguson, R. W., Jr. (2005). *U.S. Current Account Deficit: Causes and Consequences*, discours prononcé devant l'Economics Club de l'Université de Caroline du Nord à Chapel Hill, Chapel Hill (Caroline du Nord), 20 avril.

Ouvrages et articles cités (suite)

Flood, K. (2008). *The Global Effects of U.S. Fiscal Policy*, document d'analyse n° 2008-8, Banque du Canada.

Gosselin, M.-A., et R. Lalonde (2005). *MUSE: The Bank of Canada's New Projection Model of the U.S. Economy*, rapport technique n° 96, Banque du Canada.

Juillard, M., P. Karam, D. Laxton et P. Pesenti (2006). *Welfare-Based Monetary Policy Rules in an Estimated DSGE Model of the US Economy*, document de travail n° 613, Banque centrale européenne.

Lalonde, R., C. de Resende et S. Snudden (2009). *Globally Coordinated versus Domestic Fiscal Stimulus: Simulation Based on BoC-GEM*, document de travail, Banque du Canada. À paraître.

Lalonde, R., P. Maier et D. Muir (2009). *Emerging Asia's Impact on Food and Oil Prices: A Model-Based Analysis*, document d'analyse n° 2009-3, Banque du Canada.

Lalonde, R., et D. Muir (2007). *The Bank of Canada's Version of the Global Economy Model (BoC-GEM)*, rapport technique n° 98, Banque du Canada.

Laxton, D., et P. Pesenti (2003). « Monetary Rules for Small, Open, Emerging Economies », *Journal of Monetary Economics*, vol. 50, n° 5, p. 1109-1146.

Maier, P. (2008). *A Wave of Protectionism? An Analysis of Economic and Political Considerations*, document de travail n° 2008-2, Banque du Canada.

Murchison, S., et A. Rennison (2006). *ToTEM: The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model*, rapport technique n° 97, Banque du Canada.

Perrier, P. (2005). *La fonction de production et les données canadiennes*, document de travail n° 2005-20, Banque du Canada.

Publications de la Banque du Canada

Sauf indication contraire, toutes les publications existent en format papier et peuvent être consultées dans le site Web de la Banque, à l'adresse <http://www.banqueducanada.ca>.

Rapport sur la politique monétaire. Paraît en janvier, en avril, en juillet et en octobre.

Revue du système financier. Paraît en juin et en décembre.

Revue de la Banque du Canada. Paraît chaque trimestre. (Voir les renseignements relatifs aux abonnements en deuxième de couverture.)

Enquête sur les perspectives des entreprises*. Paraît en janvier, en avril, en juillet et en octobre.

Enquête auprès des responsables du crédit*. Paraît en janvier, en avril, en juillet et en octobre.

Discours et déclarations du gouverneur

Statistiques bancaires et financières de la Banque du Canada*. Paraît chaque mois.

Bulletin hebdomadaire de statistiques financières*. Paraît tous les vendredis.

Reconduction de la cible de maîtrise de l'inflation — Note d'information

Rapport annuel

Le dollar canadien : une perspective historique

James Powell

Publié en 2005 et offert au prix de 8 \$ CAN, plus la TPS et, s'il y a lieu, la taxe de vente provinciale.

Série de livres-souvenirs

Si l'argent m'était conté : la Collection nationale de monnaies du Canada**

Publié en 2008, ce livre examine le rôle de l'argent dans la société et sert de vitrine à la Collection nationale de monnaies, qui réunit un extraordinaire éventail de pièces, de billets de banque et d'articles numismatiques provenant de tous les coins du monde.

Au-delà de l'argent : l'architecture et les œuvres d'art de la Banque du Canada**

Publié en 2007, ce livre propose une visite du siège de la Banque qui met en valeur son architecture, son aménagement intérieur et sa décoration, ainsi que certaines facettes de la restauration et de la préservation des lieux. On y montre aussi différentes œuvres faisant partie de la collection d'art de la Banque.

L'œuvre artistique dans les billets de banque canadiens**

Publié en 2006, ce livre entraîne le lecteur dans les coulisses du monde exigeant de la conception des billets de banque.

La Banque du Canada : une histoire en images**

Publié en 2005 pour le 70^e anniversaire de la Banque, ce livre commémoratif relate l'histoire de l'institution depuis 1935.

La transmission de la politique monétaire au Canada

Publié en 1996. Offert au prix de 20 \$ CAN, plus la TPS et, s'il y a lieu, la taxe de vente provinciale. Document consultable à l'adresse <http://www.banqueducanada.ca/fr/res/autre/herm-98f.html>.

Les conférences Thiessen

Publié en janvier 2001, ce recueil réunit les conférences données par Gordon G. Thiessen, gouverneur de la Banque du Canada de 1994 à 2001.

Le bilinguisme à la Banque du Canada. Paraît chaque année.

Une évolution planifiée : l'histoire de l'Association canadienne des paiements de 1980 à 2002

James F. Dingle (publié en juin 2003)

Catalogue des publications de la Banque du Canada, 2008

Recueil de résumés succincts des articles et études publiés en 2008. Comprend aussi une liste des travaux publiés par les économistes de la Banque dans des revues externes et dans des actes de colloques tenus à l'extérieur.

Actes de colloques

On peut se procurer des copies papier des actes des colloques tenus jusqu'en avril 2005 (inclusivement) au prix de 15 \$ CAN l'exemplaire, plus la TPS et, s'il y a lieu, la taxe de vente provinciale; les actes de ces colloques peuvent aussi être consultés dans le site Web de la Banque. Les études et autres communications présentées à des colloques, séminaires et ateliers tenus par la Banque depuis mai 2005 sont publiées uniquement dans le site Web de l'institution.

Rapports techniques, documents de travail et documents d'analyse

Les rapports techniques, les documents de travail et les documents d'analyse sont publiés en règle générale dans la langue utilisée par les auteurs; ils sont cependant précédés d'un résumé bilingue. On peut obtenir gratuitement un exemplaire de ces publications. Les rapports techniques publiés à partir de 1994 et les documents de travail parus depuis 1994 peuvent être consultés dans le site Web de la Banque.

Les documents d'analyse concernent des travaux de recherche terminés qui portent sur des questions techniques relatives aux grandes fonctions et au processus décisionnel de la Banque. Ils sont destinés aux spécialistes et aux banquiers centraux. Les documents d'analyse parus depuis 2007 peuvent être consultés dans le site Web de la Banque.

Pour obtenir plus de renseignements, y compris les tarifs d'abonnement, veuillez vous adresser à la :

Diffusion des publications

Département des Communications

Banque du Canada

Ottawa (Ontario) K1A 0G9, CANADA

Téléphone : 613 782-8248

Numéro sans frais en Amérique du Nord : 1 877 782-8248

Adresse électronique : publications@banqueducanada.ca

* Ces publications peuvent seulement être consultées dans le site Web de la Banque.

** Offert au prix de 25 \$ CAN, plus les frais d'expédition. Il est possible de télécharger quelques pages de ce livre, en guise d'échantillon, à partir du site Web de la Banque.

